

MSc

2.º  
CICLO

FCUP  
2016

U.PORTO

Os fósseis na reconstituição de paleoambientes:  
Aplicação de um jogo didático como recurso educativo

Ana Cláudia Barroso Fernandes Magalhães

FC



# Os fósseis na reconstituição de paleoambientes: Aplicação de um jogo didático como recurso educativo

Ana Cláudia Barroso Fernandes  
Magalhães

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do  
Ensino Básico e no Ensino Secundário

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do  
Território e Departamento de Biologia

2016



# Os fósseis na reconstituição de paleoambientes: Aplicação de um jogo didático como recurso educativo

Ana Cláudia Barroso Fernandes Magalhães

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do  
Ensino Básico e no Ensino Secundário

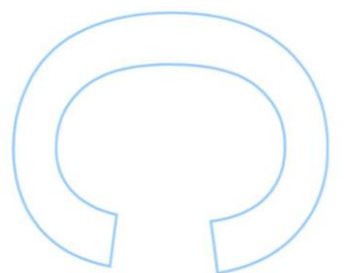
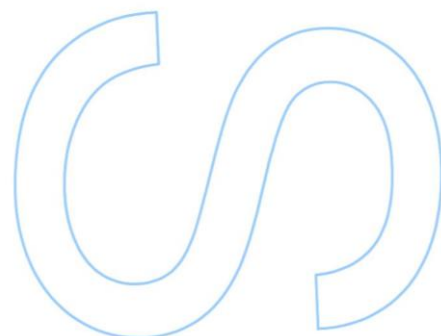
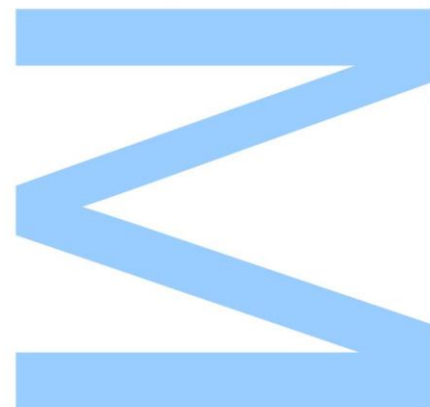
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território e  
Departamento de Biologia

2016

## **Orientadores Científicos**

Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de  
Ciência da Universidade do Porto

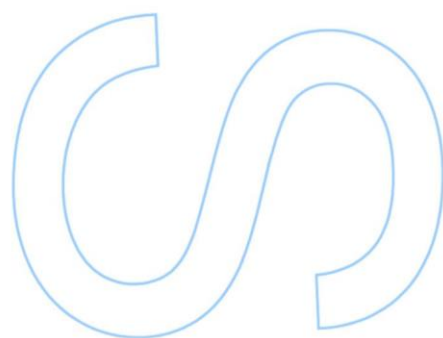
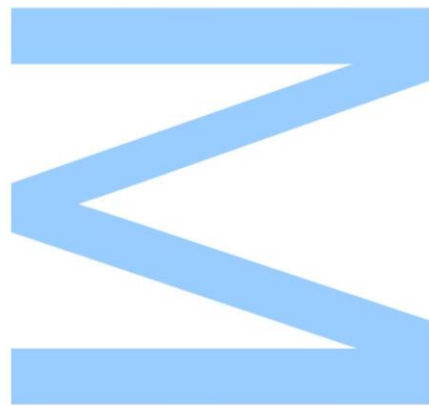
Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade  
do Porto





Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.  
O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_





## Agradecimentos

À Professora Clara Vasconcelos, orientadora científica, que sempre manifestou total disponibilidade em prestar apoio científico e pedagógico, partilhando o seu conhecimento, contagiando com a sua simpatia e compreensão, orientando-nos incansavelmente em todas as tarefas e proferindo indispensáveis críticas construtivas.

Ao Professor Luís Calafate, orientador científico, sobretudo pelo seu profissionalismo exemplar, amabilidade, simpatia e confiança, pela partilha de conhecimentos e experiências. Perante o seu papel, também os seus conselhos e críticas construtivas foram fundamentais para o meu crescimento enquanto profissional da ação educativa.

À Joana Faria, colega de estágio e, agora, amiga para a vida, pelos momentos inesquecíveis, pelo acompanhamento incansável, pelos risos e lágrimas, pela ajuda, pelos conselhos, pela bondade e, essencialmente, por seres quem és. Sem ti, não o tinha conseguido!

À Cátia Santos, colega de estágio e amiga, que será para sempre, pela amizade, pela cumplicidade, pelas brincadeiras, pelas maravilhosas alegrias, pelo afeto, pelo auxílio e pelos momentos de descontração. Sem ti também não teria alcançado a meta.

Aos meus queridos pais pelo apoio incondicional, pelo estímulo, pela dedicação, pelo amor, por todo o investimento na minha formação. Sem eles isto não seria possível!

À Luísa Santos, por ser a minha confidente e por ser a melhor amiga que se pode ter. Ao longo destes anos, a base sólida que fomos construindo possibilitou a concretização deste sonho com base no incentivo, na confiança e na amizade. Obrigada por nunca duvidares de mim e por nunca me teres deixado desistir.

Aos meus alunos, pela calorosa receção, pela simpatia, pela partilha e troca de experiências, por todo o carinho e, sobretudo, pelos momentos memoráveis, proporcionando-me uma experiência única e inesquecível enquanto professora.

À Sofia Monteiro e à Ana Ribeiro pelo companheirismo, pelas gargalhadas, pela partilha e, sobretudo, pela amizade que fomos edificando ao longo deste percurso.

A todos estes elementos que se tornaram fulcrais, uns que primaram pela supervisão e orientação científica e pedagógica potencializando o meu desenvolvimento pessoal e profissional, e outros que incentivaram e contribuíram para o meu sucesso, o meu sincero e gigantesco obrigada!

## Resumo

Os jogos didáticos destacam-se como elementos motivadores e facilitadores do processo educativo, potencializando uma melhoria na qualidade de ensino e das aprendizagens no Ensino das Ciências. Utilizados como recursos educativos, estes caracterizam-se por ser atrativos e desafiantes despertando a participação, motivação, empenho e interação nos discentes envolvidos, criando um ambiente estimulante propício à aprendizagem.

No sentido de procurar estratégias pedagógicas mais ativas e diversificadas de modo a facilitar e dinamizar o processo de ensino aprendizagem, desenvolveu-se o presente estudo enquadrado numa investigação no contexto da prática docente, o qual compreende a produção e aplicação de um jogo didático baseado nos conteúdos programáticos do 11.º ano de escolaridade, no âmbito da temática “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” da disciplina de Biologia-Geologia. Este estudo tem então como principal objetivo conjecturar os efeitos da aplicação de um jogo no processo educativo ao nível da aprendizagem e ao nível atitudinal. Utilizou-se uma combinação de métodos como metodologia, uma vez que se pretendeu avaliar dados quantitativos e qualitativos, usando um teste (pré e pós) e uma grelha de observação na recolha desses mesmos dados. A amostra do estudo é constituída por dezanove alunos, pertencentes a uma escola pública inserida no norte do país. A planificação e estruturação desta atividade foi levada a cabo segundo o modelo de Ensino Orientado para a Investigação, assente numa perspetiva socioconstrutivista, pretendendo-se promover dinâmicas de grupo e interações entre diferentes sujeitos, potencializando o desenvolvimento de vários tipos de conhecimento e o incremento de capacidades investigativas.

Posto isto, e de acordo com os resultados obtidos, foi possível apurar a grande utilidade da edificação deste instrumento na prática educativa, promovendo a aprendizagem de conteúdos, despertando o interesse, empenho e motivação dos discentes, quando confrontados com o recurso em causa. Este tipo de investigação promove o desenvolvimento pessoal e profissional de todos os envolvidos, incluindo o professor em formação, e atesta a exequibilidade deste tipo de estratégias que promovam a aprendizagem e o desenvolvimento de várias competências no contexto da educação.

**Palavras-Chave:** Ensino Orientado para a Investigação, Ensino das Ciências, Estratégias pedagógicas, Jogo didático.

## Abstract

Educational games stand out as components that motivate and facilitate the educative process, improving the quality of teaching and learning in Science Education. Used as educational resources, these are considered attractive and challenging by enhancing participation, motivation, endeavour and interaction in the students involved, creating therefore a stimulating environment that facilitates the learning process.

In order to seek more active and diversified teaching strategies that facilitate and dynamize the process of teaching and learning, a study was developed in the course of teaching practice, which comprises the development and application of an educational game, based on the curricular section of Biology and Geology Curriculum for 11<sup>th</sup> grade, called "Geology - Problems and everyday materials". The main aim of this study is to identify all the effects of the application of the educational game on the learning process. A mix method research methodology was used so we could evaluate quantitative and qualitative data: a test was made (before and after application of the educational game) and an observation grid was developed for collecting qualitative data. The study sample consists of a group of nineteen students, belonging to a public school placed in the north of the country. The planning and structuring of this activity was carried out according to an inquiry based learning method, based on a socio-constructivist perspective. The focus of this activity was to promote group dynamics and the interaction between different students, promoting the development of different types of knowledge and also increasing investigative skills.

Therefore, according to the results of the study it was possible to confirm the great potential of this educational tool that encourages the learning process of all the subjects and, at the same time, increases the interest, endeavor and motivation of students. This type of research promotes the personal and professional development of all the people involved, including the teacher in training, and proves that this kind of strategies can contribute to improve many skills in the educational context.

**Keywords:** Inquiry Based Learning, Science Teaching, Teaching strategies, Educational game.

## Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract .....	iii
Índice .....	iv
Índice de figuras .....	vi
Índice de tabelas.....	vii
Lista de abreviaturas.....	viii
<b>CAPÍTULO I   CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DO ESTUDO .....</b>	<b>9</b>
1. Contextualização curricular do estudo.....	9
2. Problema, hipóteses e objetivos de investigação .....	10
3. Organização do estudo .....	12
<b>CAPÍTULO II   ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1. A Terra e os testemunhos da sua história .....	13
2. A Paleontologia e a definição de fóssil .....	14
2. O processo de fossilização.....	15
3. A importância dos fósseis .....	18
3.1. Relações evolutivas filogenéticas .....	18
3.2. Datação das rochas.....	19
3.3. Reconstituição de paleoambientes .....	20
4. Paleoambiente e fósseis de fácies .....	21
5. Fácies da rocha e ambientes de sedimentação.....	23
5.1. Fácies continental.....	23
5.2. Fácies de transição.....	25
5.3. Fácies marinha .....	26
6. Os fósseis na reconstituição de paleoambientes.....	28
<b>CAPÍTULO III   PERSPETIVA DE ENSINO .....</b>	<b>29</b>
1. O Ensino Orientado para a Investigação .....	29



2. Recursos educativos e dinâmica das aulas.....	31
CAPÍTULO IV   <i>METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO</i> .....	32
1. Combinação de métodos .....	33
2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	34
2.1. Grelha de observação .....	34
2.2. Teste (pré e pós) .....	37
3. Amostra.....	39
CAPÍTULO V   <i>PROGRAMA DE INTERVENÇÃO</i> .....	39
1. Recurso didático: O Jogo - “ <i>O Enigma dos Fósseis</i> ” .....	40
2. Aplicação do pré e pós-teste .....	41
3. Aplicação da Grelha de Observação .....	42
CAPÍTULO VI   <i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i> .....	42
1. Resultados da análise estatística e discussão.....	43
2. Resultados da análise de conteúdo e discussão .....	45
CAPÍTULO VII   <i>CONCLUSÕES</i> .....	48
1. Conclusões gerais.....	48
2. Limitações e sugestões para investigações futuras.....	50
3. Contributo da investigação para o desenvolvimento profissional.....	51
Referências Bibliográficas .....	53
Apêndice I (Grelha de Observação).....	57
Apêndice II (Teste – pré e pós).....	58
Apêndice III (Jogo – “ <i>O Enigma dos Fósseis</i> ”).....	60
A. Tabuleiro do jogo .....	60
B. Cartões do jogo.....	61
C. Regras do jogo.....	65
Apêndice IV (Caracterização das questões presentes nos cartões do jogo) .....	66

## Índice de figuras

Figura 1 - Alguns exemplos de fósseis. Retirado de El-Sorogy et al., 2015. A) Fósseis de corais. B) Molde impresso de um peixe. ....	15
Figura 2 – Diversos tipos de fossilização sem alteração significativa. Retirado de El-Sorogy et al., 2015.....	17
Figura 3 - Diversos tipos de fossilização com alteração. A) Feto preservado por impressão devido a compactação. Retirado de Jackson, 2010. B) Pedaco de madeira petrificado. Retirado de El-Sorogy et al., 2015. C) Concha de braquiópode mineralizada. Retirado de Jackson, 2010. D) Concha de braquiópode. Retirado de Mary, 1987. ....	18
Figura 4 – Grupos de fósseis de idade. Retirado de Mayr, 1987. A) Amonite. B) Trilobite. ....	20
Figura 5 - Exemplos de fósseis de fácies. Retirado de Mayr, 1987. A) Fóssil de coral. B) Fóssil de Belemnite. C) Campo de batalha belemnítico. D) Fóssil de <i>Turritela</i> . ....	22
Figura 6 – Estruturas sedimentares características de fácies detrítica. A) Marcas de ondulação. Retirado de Hints & Miidel, 2008. B) Fendas de dessecação. Retirado de Goehring et al, 2010. ....	25
Figura 7 – Jogo didático: “O Enigma dos Fósseis”.....	40
Figura 8 – Cotações médias obtidas em cada uma das questões, apresentadas no pré e pós-teste, e respetiva cotação máxima atribuída às mesmas. ....	43
Figura 9 – Resultados obtidos na aplicação da grelha de observação.....	45
Figura 10 – Desempenho dos alunos aferido pelo preenchimento da grelha de observação durante uma aula expositiva. ....	47

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Contextualização curricular do programa de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade (Mendes et al., 2003).....	10
Tabela 2 - Síntese de alguns tipos de fácies.....	23
Tabela 3 - Métodos, técnicas e instrumentos da investigação. ....	34
Tabela 4 - Definição dos parâmetros da grelha de observação e respetivos níveis de desempenho atribuídos. ....	36
Tabela 5 – Caracterização das questões do teste (pré e pós) quanto à sua tipologia e tipo de conhecimento avaliado.....	37
Tabela 6 - Estatística descritiva dos resultados do pré e pós-teste.....	43

## Lista de abreviaturas

EOI	Ensino Orientado para a Investigação
IPP	Iniciação à Prática Profissional
PES	Prática de Ensino Supervisionada
PI	Programa de Intervenção

# CAPÍTULO I | CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DO ESTUDO

O presente relatório de estágio surge enquadrado na Iniciação à Prática Profissional (IPP), elaborado no âmbito do Mestrado de Ensino da Biologia e da Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este visa a realização de uma investigação efetuada na Prática de Ensino Supervisionada (PES) durante o ano letivo 2015/2016, na qual se propõe aferir a aplicabilidade de um jogo didático, em contexto formal, como instrumento facilitador no processo de ensino-aprendizagem.

O foco da educação pretende acabar com o modelo meramente transmissivo, onde a finalidade do ensino é apenas a transmissão de conteúdos, onde os alunos apáticos e pouco participativos são confrontados com fatos, princípios e regras. Desta forma, e contornando o modelo de ensino supracitado, cada vez mais se opta por metodologias baseadas na interatividade, tendo por base as dinâmicas de grupo, dando ao aluno o estatuto de “protagonista” nuclear do processo educacional. É então exigida a pluralidade estratégica de atividades e recursos didáticos apelativos, através da criação e recriação de dispositivos pedagógicos, para construir oportunidades de aprendizagem que potenciem o diálogo e o confronto de ideias entre aprendentes, permitindo que estes desenvolvam o raciocínio científico e adquiriram saberes relacionados com o processo científico como, por exemplo, recolher factos, gerar explicações, argumentar e comunicar.

Neste sentido, é fundamental reconhecer a importância da criação de um ambiente rico de aprendizagem, recorrendo a materiais e recursos didáticos que se afiguram como ferramentas pedagógicas potencializadoras da aprendizagem das ciências, melhorando a qualidade de ensino, e como promotoras da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo e social.

## 1. Contextualização curricular do estudo

Neste estudo propõe-se a implementação de um jogo didático em contexto formal, como ferramenta facilitadora para o ensino das ciências, aferindo os seus efeitos no processo de ensino aprendizagem. Neste sentido, foi desenvolvido um programa de intervenção (PI), perspetivando o Ensino Orientado para a Investigação, aplicado a alunos de uma única turma do 11.º ano de escolaridade.

Os conteúdos abordados no programa de intervenção contextualizam-se curricularmente no Programa de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade, no tema IV “Geologia,

problemas e materiais do quotidiano”, aportando teores conceituais do domínio 2, incluídos apenas o subdomínio 2.1 (tabela 1).

Tabela 1 - Contextualização curricular do programa de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade (Mendes et al., 2003).

TEMA IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano	
Conteúdos conceituais	<p>Domínio 2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</p> <p>Subdomínio 2.1. Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</p>

## 2. Problema, hipóteses e objetivos de investigação

Na investigação educacional são definidas várias etapas, as quais são paralelas às do método científico. É, portanto, necessário formular e definir um problema, executar procedimentos de investigação, analisar e interpretar dados, para finalmente obter conclusões (Gil, 2008).

Toda a investigação deve iniciar-se com a formulação clara do problema, considerado como sendo “*testável cientificamente quando envolve variáveis que podem ser observadas ou manipuladas*” (Gil, 2008, p. 34), enquadrado de forma científica. Assim, o problema que definiu pretendeu verificar se a implementação de um jogo didático auxilia na aprendizagem dos conteúdos conceituais do Programa de Biologia e Geologia de 11.º ano, no Tema IV – A Geologia, problemas e materiais do quotidiano.

Face ao problema descrito, é agora fundamental construir hipóteses a fim de encontrar explicações ou soluções plausíveis como respostas ao problema a ser investigado. “*O papel fundamental da hipótese na pesquisa é sugerir explicações para os fatos. Essas sugestões podem ser a solução para o problema. Podem ser verdadeiras ou falsas, mas, sempre que bem elaboradas, conduzem à verificação empírica, que é o propósito da pesquisa científica.*” (Gil, 2008, p.41). Para avaliar a veracidade das hipóteses, estas devem ser testáveis com base em dados recolhidos pelo investigador, e para tal é fulcral determinar uma hipótese nula ( $H_0$ ) e uma outra alternativa ( $H_1$ ). Ambas são antagónicas e contraditórias, não podendo ser aceites simultaneamente. A hipótese nula é tida como verdadeira até que provas indiquem o contrário, apenas podendo aceitá-la ou recusá-la.

Uma vez que o problema geral desta investigação é avaliar a potencialidade de um jogo didático na aprendizagem dos conteúdos conceituais dos alunos, formularam-se as seguintes hipóteses de investigação:

- ✚ Hipótese nula ( $H_0$ ): A implementação de um jogo didático no ensino das ciências, a uma turma do 11.º ano de escolaridade, não contribui para a aprendizagem dos conteúdos conceituais dos alunos.
- ✚ Hipótese direcionada ( $H_1$ ): A implementação de um jogo didático no ensino das ciências, a uma turma do 11.º ano de escolaridade, contribui para a aprendizagem dos conteúdos conceituais dos alunos.

As hipóteses formuladas estabelecem relações entre variáveis. Uma variável pode ser classificada em duas ou mais categorias como, por exemplo, a idade, o género, a nacionalidade, o nível de escolaridade, entre outros. Interessa, neste sentido, verificar se, nestas hipóteses de relação causal, uma variável interfere na outra, envolvendo uma variável independente e uma variável dependente. A variável independente refere-se àquela que o investigador mede, manipula e seleciona para avaliar a relação com a outra variável; a dependente, é àquela que sofre alterações como resultado da manipulação (Gil, 2008). Nesta investigação a variável independente correlaciona-se com o programa de intervenção, ou seja, corresponde à implementação do jogo didático em contexto de sala de aula e, por outro lado, a variável dependente corresponde à aprendizagem dos conteúdos conceituais dos discentes. Por fim, define-se ainda uma outra variável, variável de controlo, que corresponde ao nível de escolaridade, uma vez que esta intervenção é aplicada a alunos de uma única turma.

Tal como já foi referido, no âmbito da PES, através desta intervenção, pretendeu-se não só motivar e despertar o interesse dos alunos de modo a potenciar as suas aprendizagens, aplicando um jogo didático convenientemente integrado nos conteúdos conceituais curriculares, como também promover o próprio desenvolvimento profissional decorrente da prática refletiva que tal implementação implica. Neste sentido, estabeleceram-se os seguintes objetivos:

#### OBJETIVOS CONCEITUAIS

- ✚ Ensinar a importância das rochas como “arquivos” de informação acerca da História da Terra.
- ✚ Explicar o contributo da diversidade/atividade biológica para a reconstituição de paleoambientes, e a sua importância para a reconstituição do passado.

### OBJETIVO EDUCACIONAL

- ✚ Promover a aprendizagem dos alunos recorrendo a um jogo didático.

### OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

- ✚ Potenciar o desenvolvimento profissional docente através da ação participativa e da ação reflexiva sobre o potencial das diferentes estratégias e metodologias implementadas.

## 3. Organização do estudo

O presente relatório de estágio está organizado e estruturado em sete grandes capítulos. Neste capítulo em questão, é executada a contextualização e justificação do estudo, onde se inserem definidos o problema, as hipóteses, os objetivos e ainda a própria organização da investigação operacionalizada.

O capítulo II erige o enquadramento teórico científico da investigação, entabando uma contextualização científica dos conteúdos cingidos à implementação do estudo, envolvendo as componentes da Biologia e Geologia.

Seguidamente, no capítulo III, apresenta-se a fundamentação educacional, nomeadamente a perspetiva de ensino utilizada nesta investigação, fazendo, neste contexto, referência ao recurso educativo utilizado em ambiente de sala de aula, bem como as dinâmicas da mesma.

No capítulo IV é caracterizada e fundamentada a metodologia adotada nesta investigação, referindo quais as técnicas e instrumentos de recolha de dados empregues, tendo em conta alguns pressupostos para a sua conceção, e ainda a caracterização da amostra envolvida na atividade.

No capítulo V é apresentada toda a operacionalização do programa de intervenção adotado para o estudo, desde a aplicação do jogo didático, do pré e pós-teste e do preenchimento da grelha de observação.

No capítulo VI são explanados, analisados e discutidos os resultados resultantes da aplicação do programa de intervenção, de acordo com os instrumentos e técnicas de recolha de dados utilizados, nomeadamente os dados de cariz quantitativo e os dados de cariz qualitativo.

No capítulo VII edificam-se as conclusões do presente estudo, uma reflexão acerca das limitações e dificuldades sentidas no desenvolvimento e na aplicação do mesmo, e uma meditação referente ao contributo desta investigação no desenvolvimento pessoal e



profissional dos formandos envolvidos, para a atividade docente, e a exequibilidade deste tipo de estratégias no contexto da educação.

Por fim, constam as referências bibliográficas utilizadas para a construção do presente relatório, seguidas de apêndices dos quais constam todos os materiais construídos e utilizados que se figuraram cruciais no desenvolvimento desta investigação.

## CAPÍTULO II | *ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO*

Este capítulo pretende enquadrar teoricamente esta investigação numa contextualização científica dos conteúdos programáticos que se inserem no Programa de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade, no tema IV - Geologia, problemas e materiais do quotidiano.

A ocupação da Terra pelo Homem, ao longo dos anos, tem implicado graves consequências que afetam os subsistemas terrestres. Nos tempos que correm, é fundamental que um cidadão adquira conhecimentos básicos geológicos sobre os processos que moldam a superfície do planeta Terra, de modo a compreender e a preservar tudo o que nos rodeia.

### 1. A Terra e os testemunhos da sua história

A Terra é um planeta ativo em permanente transformação oriunda de processos que modificam a morfologia da sua superfície. As alterações que nele ocorrem e que se sucedem desde a sua formação são fenómenos resultantes da atividade geológica. Desde o passado que a Terra experimenta várias transformações e modificações, desde alterações climáticas, erupções vulcânicas, modificação da posição dos continentes e oceanos, sismos, formação de rochas, que representaram repercussões sob a vida na Terra. Do dinamismo existente surgiram as primeiras formas de vida, existiram períodos de vida intensa e até ocorreram grandes extinções em massa de diversas espécies.

A imensidão de fenómenos e acontecimentos despertou a curiosidade de vários geocientistas que arduamente estudavam a Terra, as transformações que nela sucediam, no sentido de compreender o passado e os tempos remotos, o presente e antever o futuro. Neste sentido, é necessário conhecer os acontecimentos que ocorreram desde a sua formação até à atualidade para reconstituir a História da Terra. Tal processo implica procurar, analisar e interpretar os testemunhos que evidenciem os acontecimentos passados e ordená-los cronologicamente no tempo.

Todo o planeta é dotado de testemunhos, basta contemplar tudo o que o nos rodeia. As rochas, por exemplo, são arquivos importantes que contam a história do passado, concedendo a possibilidade de entender os acontecimentos da História da Terra. Por vezes, as rochas contêm fósseis e a presença destes materiais podem comprovar as condições em que se formaram.

Para os geocientistas, as rochas sedimentares apresentam particular interesse para a compreensão do passado da Terra. Apresentadas, geralmente, em estratos, as rochas sedimentares advêm da alteração de materiais de outras rochas que depois se depositam e sofrem transformações. No processo de deposição pode ocorrer, em simultâneo, a deposição de organismos nos sedimentos, ficando preservados ou deixando a sua marca na rocha que os contém. A presença destes registos fornece informações acerca dos organismos do passado e dos ambientes que ocupavam (Breithaupt, 1992). Assim, as rochas sedimentares e os fósseis são fundamentais e essenciais na reconstituição da História da Terra.

## 2. A Paleontologia e a definição de fóssil

A Paleontologia explora os arquivos da Terra de modo a reconstituir e a reconhecer a história da vida do passado geológico do nosso planeta. É considerada uma das ciências naturais que tem por objetivo estudar e investigar os restos e vestígios de organismos, outrora vivos, mas cujas espécies se extinguíram, inferindo os seus ambientes de formação, com o intuito de conhecer a vida do passado (Mendes, 1988; Thenius, 1973). Mendes (1988) refere que a paleontologia “*não se trata de uma ciência meramente descritiva, posto que ela se preocupa, também, com o conhecimento total dos organismos que antecederam os atuais, com o seu modo de vida, condições ambientais sob as quais se desenvolveram, causas da morte ou da sua extinção e prováveis relações filogenéticas*” (Mendes, 1988, p.13). Desenvolveu-se, portanto, de uma ciência descritiva a uma ciência analítica utilizada para interpretar relações entre a Terra e a história da vida (Jones, 2006). Entre duas grandes áreas, a Geologia e a Biologia, centra-se a Paleontologia (Jones, 2006; Melendez, 1982), baseando-se nos seus princípios e métodos (El-Sorogy, Al-Sabrooty & Mohamed, 2015), sendo que a sua maior interface é representada na Geologia (Mendes, 1988).

Aos restos e vestígios de organismos, inicialmente referidos, fornece-se uma definição extremamente vasta do termo fóssil. A designação da palavra fóssil, derivada do latim *fossilium* (que significa “extraído da terra”), é utilizada em referência a toda e qualquer parte de restos físicos ou outras indicações físicas diretas da vida passada (Ausich & Lane, 1999; Breithaupt, 1992; Jones, 2006), ou seja, um fóssil “*reúne restos de organismos pré-históricos, impressões deixadas por restos de organismos e estruturas biogénicas que se originam de*

*certos tipos de atividade de antigos animais e vegetais*” (Mendes, 1988, p.14) (figura 1). Entenda-se por “*pré-histórico*” os restos dos organismos que viveram antes do presente geológico, ou Holocénico (Thenius, 1973). Os restos físicos da vida anterior preservados incluem não só as partes duras de esqueletos como ossos, conchas calcárias, entre outros, mas também, em circunstâncias excecionais, partes moles de animais de corpo mole ou providos de esqueleto, partes de plantas, bactérias, e biomoléculas tais como gorduras, proteínas e DNA (Jones, 2006). Relativamente às estruturas biogénicas, supramencionadas, entendem-se por marcas produzidas pelos animais, nomeadamente pistas, pegadas, perfurações, marcas de repouso, escavações, bem como por coprólitos (excrementos fossilizados), ovos e gastrólitos, considerados no seu coletivo como icnofósseis (do grego *iknos* = vestígios) (Mendes, 1988).

Em suma, os fósseis são restos ou vestígios de seres vivos que habitaram em épocas geológicas anteriores à atual, e estão enterrados no sedimento e preservados de uma forma natural, com poucos ou muitos aspetos morfológicos do organismo original (El-Sorogy et al., 2015). A grande maioria dos fósseis é encontrada em rochas sedimentares, após a ocorrência de determinadas condições e processos que propiciam a sua preservação (Breithaupt, 1992).



Figura 1 - Alguns exemplos de fósseis. Retirado de El-Sorogy et al., 2015. A) Fósseis de corais. B) Molde impresso de um peixe.

## 2. O processo de fossilização

Qualquer indivíduo específico pode tornar-se num fóssil atendendo aos processos que o asseguram pois, em primeiro lugar, qualquer organismo geralmente possui uma parte do seu corpo que poderá não se desintegrar, preservando-se (Lane, 1978). Na verdade, para que se forme um fóssil, uma série de processos biológicos, físicos e químicos estão envolvidos, desde a desarticulação, a fragmentação e o transporte, até à compactação, às alterações químicas e/ou físicas e à sedimentação. Neste sentido, a sua formação requer que este seja capaz de suportar os efeitos da combinação destes processos (Jones, 2006). Assim, ao conjunto de processos e condições que asseguram a formação e preservação dos restos de organismos ou de vestígios dos mesmos dá-se a designação de fossilização. Os seres vivos

são transformados, após a morte, em fósseis num processo moroso e extremamente complexo, onde as condições do meio e as características dos organismos são imprescindíveis para a sua formação. Um dos fatores que promove favoravelmente a preservação é a rápida deposição de sedimentos, finos e impermeáveis, sobre os restos (Mendes, 1988).

Para Mendes (1988) a etapa da preservação dos organismos pode repartir-se em duas fases de duração temporal distinta. A primeira fase, relativamente curta, inicia-se desde a morte e as mudanças sucedidas no organismo até à sua cobertura por sedimentos, tendo em consideração as causas e tipos de morte dos indivíduos e os problemas ligados à decomposição, transporte e sedimentação. Uma outra fase, a segunda, bem mais longa, vai desde o soterramento estendendo-se até à descoberta dos restos ou vestígios, culminando os processos de diagénese dos fósseis, aos quais se referem comumente o processo de fossilização. Exemplos destes processos são a solução, dissolução, substituição, recristalização, compactação, incrustação e mineralização.

As causas da morte dos organismos são variadas, geralmente, por causas naturais como doenças, idade avançada, escassez de alimento, competição, predação e ruturas nas cadeias alimentares, bem como mudanças climáticas ou catástrofes naturais, como inundações, tempestades, erupções vulcânicas, entre outras (El-Sorogy et al., 2015; Mendes, 1998). Muitos destes fatores podem levar a uma elevada taxa de mortalidade de um grupo de indivíduos (Mendes, 1988). Após a sua morte, os organismos apresentam-se expostos a agentes erosivos e/ou atmosféricos, sendo também alvo fácil ao ataque de necrófagos. Em seguida, dá-se início a uma substituição lenta dos compostos orgânicos por substâncias minerais, tais como o silício, o carbono, entre outros.

Regra geral, são as partes mais duras, como os esqueletos, dentes, ossos, conchas, folhas e partes lenhosas, as mais facilmente conservadas, embora haja casos em que os vestígios de tecidos moles, podem também ser preservados (Ausich & Lane, 1999). Estes últimos, consideram-se exemplos raros e dependem de circunstâncias excecionalmente favoráveis de preservação. No entanto, é possível a ocorrência de preservações sem alterações significativas dos organismos moles ou partes moles que podem ser conservadas, como é o exemplo da mumificação de organismos (figura 2-A) ou restos mortais e do aprisionamento dos mesmos em resina ou âmbar (figura 2-B) (El-Sorogy et al., 2015; Lane, 1978). Além disso, partes duras compostas por calcite, sílica e fosfato de cálcio presentes, por exemplo, em

moluscos, braquiópodes ou briozoários, podem ser conservadas também sem alteração (figura 2-C) (El-Sorogy et al., 2015).



Figura 2 – Diversos tipos de fossilização sem alteração significativa. Retirado de El-Sorogy et al., 2015.

A) Mamute mumificado. B) Inseto aprisionado em resina ou âmbar.

As partes duras, contudo, não são suficientes para garantir o processo, pois também estão sujeitas a deterioração por processos físicos ou químicos (Ausich & Lane, 1999), dependendo da sua composição química e do grau de resistência. Por vezes, por mais resistentes que sejam, acabam por ser destruídas e o que se forma é um molde, que consiste numa moldação dos restos e é produzido quando os restos orgânicos são substituídos por um mineral e depois se dissolvem por ação da água, por exemplo (Lane, 1978). Outras vezes, é preservada apenas a impressão, produzida também por um resto orgânico cuja anatomia interna e externa são ambas visíveis dado serem demasiado finas (por exemplo, folhas e asas de inseto) que depois desaparece, que o material deixa em sedimentos envolventes de granulação fina, quando as circunstâncias potenciam uma decomposição muito lenta (El-Sorogy et al., 2015).

Todavia, a maioria dos esqueletos é alterada durante o processo de fossilização, que envolve todos os eventos pós-deposicionais (Mendes, 1988). Alguns são inalterados e poucos são preservados com os tecidos moles e o esqueleto rígido em conjunto (El-Sorogy et al., 2015). “Os processos envolvidos alteram, comumente, a composição química dos restos e podem causar a fraturação e/ou deformação dos mesmos.” (Mendes, 1988, p. 35).

As alterações que ocorrem podem dividir-se em vários processos de fossilização, entre os quais: 1) *incarbonização*, onde ocorrem mudanças por ação química do material do organismo original para uma película fina geralmente carbonosa que irá definir a forma de uma parte ou de todo o organismo (Ausich & Lane, 1999) (figura 3-A); 2) *permineralização*, através do qual verifica a deposição de material mineral, mais comumente de carbonato de cálcio, sílica, pirite, e dolomita, de soluções subterrâneas em espaços porosos presentes nos restos enterrados (Ausich & Lane, 1999; El-Sorogy et al., 2015) (figura 3-B); 3) *recristalização*, processo onde se dá a conversão de compostos menos estáveis (tais como a forma de aragonite de

carbonato de cálcio de alguns crustáceos e caracóis) para compostos mais estáveis (como a estrutura da calcite relativamente ao carbonato de cálcio) (El-Sorogy et al., 2015) (figura 3-C); e, por fim, 4) *substituição*, onde se sucede a substituição completa dos tecidos esqueléticos (molécula por molécula) por novo material mineral tal como a calcite, dolomite, compostos de sílica, e compostos de ferro como a pirite (Ausich & Lane, 1999; El-Sorogy et al., 2015) (figura 3-D).



Figura 3 - Diversos tipos de fossilização com alteração. A) Feto preservado por impressão devido a compactação. Retirado de Jackson, 2010. B) Pedaco de madeira petrificado. Retirado de El-Sorogy et al., 2015. C) Concha de braquiópode mineralizada. Retirado de Jackson, 2010. D) Concha de braquiópode. Retirado de Mary, 1987.

### 3. A importância dos fósseis

Graças ao estudo dos fósseis encontrados é possível averiguar vários aspetos concretos da vida dos organismos bem como dar a conhecer a História da Terra. Deste modo, muitas jazidas de fósseis, facultam um vislumbre surpreendentemente pormenorizado para o passado e possibilita a reconstituição de uma ampla e mais completa sequência de acontecimentos da história da vida da, e na, Terra.

Os fósseis têm diversas utilidades e predominante importância, nomeadamente no estudo da evolução da vida na Terra, na determinação da idade das rochas que os contêm, na reconstituição e estudo de paleoambientes, na identificação de paleoclimas, no estudo da paleogeografia, no estabelecimento de correlações bioestratigráficas, no apoio à teoria da tectónica de placas, na determinação de alguns locais de petróleo e de recursos económicos, entre outros (El-Sorogy et al., 2015). No presente estudo apenas se enfatizam os três primeiros tópicos dado o especial enfoque que estes apresentam no estudo em causa.

#### 3.1. Relações evolutivas filogenéticas

Os restos de fósseis permitem “espreitar” o passado das espécies existentes no nosso planeta. É através dos mesmos que se realizam estudos biológicos das espécies, baseando-se em características anatómicas e fisiológicas dos restos fossilizados, registos da sua atividade, tendo também em consideração o ambiente e as condições existentes do meio em que habitaram, obtendo-se informações acerca dos seus hábitos alimentares, modos de



reprodução, locomoção, etc. (Thenius, 1973). O registro fóssil é fundamental para a formação de uma correta apreciação tanto da diversidade como da multiplicidade da vida (Brasier et al., 2015). Os fósseis do Pré-câmbrico, por exemplo, são essenciais para compreender o surgimento da complexa organização da vida, permitindo refinar e estender o conhecimento sobre a História da vida na Terra (Brasier et al., 2015). Consequentemente a comparação com fósseis de outros tempos geológicos evidencia uma contínua evolução e diversificação das espécies.

O princípio geológico que permite reconstituir o modo de vida e habitat, podendo classificar os organismos segundo as suas características morfológicas, é o uniformitarismo (Doyle, 1996). Este princípio sugere que os processos que atuam atualmente na Terra não diferem muito dos que atuaram no passado (Ausich & Lane, 1999), e que por comparações é possível estabelecer uma relação causal, pois o que se observa hoje é o mesmo que se observaria no passado. No entanto, há evidências, por exemplo, de que o clima diferiu em tempos passados relativamente ao atual, daí ser essencial empregar o referido princípio com prudência (Mendes, 1988).

Apraz assim dizer, que uma das funções mais importantes dos fósseis, numa perspetiva científica, é que estes representam uma linha de evidências para a compreensão da evolução. Usando a informação reunida a partir de evidências fósseis, é possível estabelecer relações de parentesco, a partir de organismos atuais, potenciando a determinação de relações filogenéticas entre organismos de modo descrever as conexões evolutivas dos seres vivos ao longo de tempo geológico (Doyle & Donoghue, 1987).

### 3.2. Datação das rochas

Os registos fossilizados são também essenciais para determinar a idade das rochas que os contêm. Para tal, os geólogos determinam a idade de uma rocha analisando-a e comparando-a com a idade de outras rochas, precisando a sua idade relativa, e por análise dos constituintes da rocha em estudo, nomeadamente de alguns isótopos radioativos e respetivo decaimento, define-se a idade absoluta.

Os fósseis que permitem datar as rochas, nas quais se inserem, são caracterizados por terem existido ao longo de períodos de tempo relativamente curtos e que se estenderam por várias regiões da Terra, são designados por *fósseis de idade*. Caracterizam-se por apresentarem uma grande distribuição geográfica e uma pequena distribuição estratigráfica. Estes são detentores de um grande número de informações relativamente à idade das rochas e a sua presença permite posicioná-las, aproximadamente, na escala do tempo geológico (Breithaupt,

1992). Deste modo, é possível relacionar diversos estratos, aplicando vários princípios estratigráficos, em diferentes locais, por idade, com base na semelhança entre os fósseis presentes nos mesmos. Assim, diferentes estratos que apresentem o mesmo conteúdo fossilífero formaram-se na mesma altura, mesmo quando se encontram separados geograficamente, e possivelmente apresentam a mesma idade.

Os fósseis que melhor se apresentam para datar os terrenos, pois tiveram o seu apogeu em épocas restritas, são as amonites (figura 4-A) e as trilobites (figura 4-B). Considerados organismos marinhos predadores, as amonites caracterizam-se pela forma peculiar das suas conchas em forma de espiral, com dimensões variáveis. Possuíam mandíbulas afiadas, rodeadas por tentáculos que lhes permitiam movimentar-se e captar as suas presas, preferencialmente pequenos crustáceos e peixes. Apenas existiram no Mesozóico e ficaram extintos no final do Cretácico (Jackson, 2010). As trilobites pertencem ao grupo dos Artrópodes e são organismos marinhos com tamanhos bastante variáveis, apresentando corpos convexos, revestidos por um exosqueleto rígido. Viveram predominantemente no Paleozóico, surgiram nos primórdios do Câmbrio e pensa-se que foi no Pérmico que se extinguiram (Jackson, 2010).

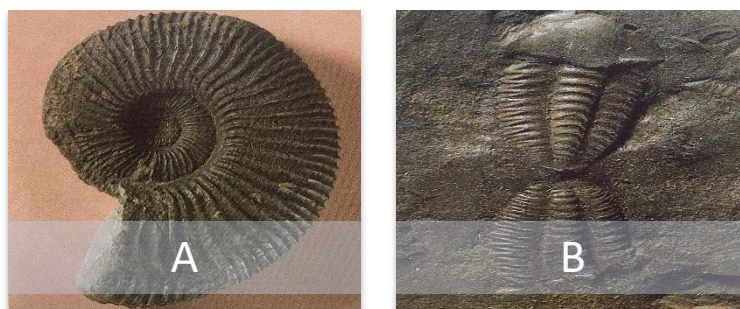


Figura 4 – Grupos de fósseis de idade. Retirado de Mayr, 1987. A) Amonite. B) Trilobite.

Como algumas espécies destes fósseis apenas viveram durante poucos milhões de anos, são considerados bons fósseis de idade, e a sua presença nas rochas permite claramente datar os terrenos e ainda dar informações sobre os ambientes antigos.

### 3.3. Reconstituição de paleoambientes

A compreensão de como a Terra mudou ao longo do tempo, fazendo uma reconstituição dos ambientes antigos, é outra componente onde os fósseis podem fornecer testemunhos de valor inestimável. O tipo de fóssil encontrado num determinado local elucida-nos acerca do tipo de ambiente existente aquando da sua formação, quando estes são característicos de organismos que habitaram em locais onde as condições do meio eram muito particulares. Por



exemplo, se encontrar fósseis de braquiópodes envolvidos numa camada de arenito, numa zona montanhosa, poderá concluir-se que a região onde agora se encontram já esteve submersa por águas salgadas, uma vez que este tipo de organismos é característico de ambientes marinhos. Este tipo de ilações permite reconstituir então paleoambientes figurando-se assim a importância dos fósseis nesse processo.

Contudo, o local onde se encontram fósseis pode, ou não, corresponder ao local original onde ocorreu a sua morte, tratando-se de um fator sempre imprevisível, em consequência da mobilidade de alguns animais e da ação de agentes de transporte, por exemplo (Lane, 1978; Mendes, 1988). A fim de se estabelecerem relações fidedignas e investigações bem sucedidas, deve-se, normalmente, ter em consideração todos os dados observáveis, que podem ser obtidos pelo estudo, simultâneo, das rochas e dos fósseis que as mesmas contêm (Lane, 1978). Por exemplo, os fósseis distribuem-se nas sequências sedimentares com frequentes descontinuidades verticais e horizontais, podendo haver “lacunas” no registo. Por vezes, a sua ausência é explicada pelas condições adversas à vida ocorrentes num certo período de tempo deposicional (regiões do deserto, por exemplo) ou por condições adversas à preservação nas fases deposicionais (ambiente fortemente oxidante) (Mendes, 1988).

Também neste contexto se aplica o princípio geológico anteriormente anunciado, o uniformitarismo, permitindo interpretar as rochas como produtos de determinados paleoambientes. Por comparação é possível identificar ambientes e condições de sedimentação do passado através das estruturas que se formam nos ambientes que operam atualmente (Doyle, 1996).

Neste sentido, é fundamental relacionar todos os fatores que cumprem o objetivo da reconstituição da história da vida da Terra, nomeadamente, conhecer e reconhecer os organismos, implicando o conhecimento dos hábitos, características, habitats, bem como os aspetos das rochas sedimentares, inferindo tipos de ambientes de sedimentação, litologias entre outros (Breithaupt, 1992).

#### 4. Paleoambiente e fósseis de fácies

Os fósseis fortemente influenciados pelo ambiente, quando eram organismos vivos, são os mais úteis na caracterização de ambientes geológicos antigos (Lane, 1978). O termo *paleoambiente* traduz todos os fatores e condições externas que podem exercer influência sobre um organismo, num ambiente do passado (Boggs, 2006).

No que concerne à sua especial utilidade, os fósseis que permitem a reconstituição de paleoambientes são designados de *fósseis de fácies*, pois estes são controlados estritamente

pelo ambiente e, por isso, fornecem informações acerca das condições do meio que existia no passado, aquando da formação das rochas que os contêm (Lane, 1978). Estes caracterizam-se por exibirem uma pequena distribuição geográfica e uma grande distribuição estratigráfica.

Apenas os seres vivos que habitavam em ambientes muito específicos, com condições ambientais particulares, são considerados bons fósseis de fácies, onde a sua presença nas rochas sedimentares permite reconstituir paleoambientes. Alguns exemplos de bons fósseis de fácies são, os corais, as belemnites, a *Turritela*, entre outros, em contextos ambientais diversos e específicos. Os fósseis de corais (figura 5-A) são distintivos dos outros tipos de fósseis devido ao seu característico aspeto radiado, apresentando dimensões variadas. Pertencem ao grupo dos cnidários e são considerados animais invertebrados marinhos que possuem exosqueletos bem desenvolvidos, compostos por calcite. Atualmente constroem recifes em mares de águas límpidas, pouco profundas e com temperaturas quentes/temperadas (Mayr, 1987). Também no grupo das amonites se inserem as belemnites (figura 5-B), atualmente extintas, caracterizadas por serem animais predadores que possuíam uma concha interna, denominada de rostro, e uns tentáculos e mandíbulas em forma de bico. Eram organismos que habitavam nas plataformas marinhas, em águas mais profundas, predominantemente no Mesozóico (Jackson, 2010). Estas podem ser encontradas num aglomerado massivo (figura 5-C), designado como “campo de batalha”, e a sua disposição nos estratos rochosos indica a orientação das correntes (Jackson, 2010; Mayr, 1987). A *Turritela* (figura 5-D) é uma espécie de gastrópode detentora de uma concha, com tamanho variável, formando à sua volta uma espécie de anéis bem marcados, com coloração também ela variável. É característica de ambientes de transição ou marinhos, preferencialmente nas águas pouco profundas ou lagunares, com temperatura variável (Silva, 2013).



Figura 5 - Exemplos de fósseis de fácies. Retirado de Mayr, 1987. A) Fóssil de coral. B) Fóssil de Belemnite. C) Campo de batalha belemnítico. D) Fóssil de *Turritela*.

Em suma, percebe-se que os registos fósseis são detentores de preciosas informações, nomeadamente os fósseis de fácies que desvendam diferentes condições ambientais sedimentares de formação. As rochas sedimentares que os contêm são geradas em ambientes muito próprios que conservam indicadores das condições desses ambientes.

## 5. Fácies da rocha e ambientes de sedimentação

O ambiente de sedimentação e de formação das rochas permite definir características que constituem a fácies da rocha, nomeadamente, características texturais, paleontológicas, estruturais, mineralógicas, entre outras (Boggs, 2006). Neste contexto, e numa abordagem bastante simplificada, consideram-se três tipos de fácies: fácies continental, fácies de transição e fácies marinha. Os diversos tipos de fácies correspondem a diferentes paleoambientes (tabela 2). Em cada um destes verificam-se condições de sedimentação bastante particulares e restritas.

Na presente secção serão descritos, de forma sintetizada, os diversos ambientes, tipos de depósitos, litologias, estruturas sedimentares, presença ou ausência de fósseis e ainda outros tipos de fácies associados.

Tabela 2 - Síntese de alguns tipos de fácies.

Fácies Continental	Fácies de Transição	Fácies Marinha
Fluvial Glaciária Lacustre Eólica	Estuarina Deltaica Lagunar	Litoral Nerítica Batial Abissal

### 5.1. Fácies continental

A fácies continental é caracterizada por quatro distintos ambientes, entre eles, fluvial, glaciário, lacustre e eólico. Os ambientes fluviais são caracterizados por um fluxo de água e consequente deposição, e sedimentação associada, nos canais dos rios. Nestes formam-se estruturas sedimentares laminares, indicadoras da direção do fluxo e da inclinação deposicional (Nichols, 2009; Summerfield, 2013). Os conglomerados, o arenito e o lutito (*mudstone*) são as principais litologias presentes neste tipo de ambiente (Nichols, 2009). Relativamente ao registo fóssil, a fauna é incomum, no entanto, as partes resistentes de vertebrados, como por exemplo, ossos, dentes, etc., são preservados no local, mas fósseis de plantas (pólen e sementes) são mais comuns e abundantes. Só se conservam as partes mais resistentes neste tipo de ambiente pois conseguem manter-se inalteradas durante longos períodos de tempo de transporte, antes de se depositarem e preservarem. Nestes locais também se podem encontrar vestígios de animais, por exemplo pegadas, perfeitamente preservadas em sedimentos que secam rapidamente e, posteriormente, são cobertos com areia. Estes tipos de vestígios fósseis fornecem informações acerca de determinados paleoambientes (Nichols, 2009).

Num ambiente glaciário, os depósitos são composicionalmente imaturos e tipicamente compostos por detritos de rochas, no entanto, em planícies próximas da água podem

apresentar uma composição ligeiramente maior com maturidade textural. Nestes depósitos há uma escassez de minerais de argila, devido à ausência de processos de intemperismo químico nestas regiões. Os depósitos continentais glaciares têm um potencial relativamente baixo na preservação do registo estratigráfico, mas a erosão através do gelo, em áreas montanhosas, é um processo importante no fornecimento de detritos para outros ambientes deposicionais (Nichols, 2009). Um exemplo disso mesmo são os depósitos glacio-marinhos, que fornecem um registo de períodos de glaciação, incluindo *dropstones*, sendo preservados no registo estratigráfico (Nichols, 2009). O volume de gelo continental em áreas polares está intimamente ligada ao nível global do mar, por isso, a história das glaciações passadas é uma chave importante na compreensão das variações do clima global. No que concerne às litologias presentes neste tipo de ambiente, preferencialmente, surgem conglomerados, arenitos e lutito (*mudstone*). Algumas estruturas sedimentares podem surgir através, por exemplo, da orientação dos clastos indicadora da direção do fluxo do gelo. Geralmente, surge associado a fácies fluvial ou com depósitos marinhos superficiais (baixa profundidade) (Summerfield, 2013). Os fósseis, normalmente, estão ausentes em depósitos continentais, mas podem estar presentes em fácies glacio-marinhos (Nichols, 2009).

Num ambiente lacustre, nem sempre é fácil a distinção entre os depósitos de um lago e os de um ambiente marinho de baixa energia, como uma lagoa. Lagos rasos terão características semelhantes aos depósitos lagunares, com marcas de ondulação (figura 6-A) em areias intercaladas com lamas depositadas a partir da suspensão, enquanto os ambientes mais profundos de um lago se assemelham aos de um mar com profundidades semelhantes ou superiores, uma vez que incluem depósitos de suspensão e turbiditos (Summerfield, 2013). Os principais critérios de distinção entre lacustres e fácies marinhos são, muitas vezes, as diferenças entre os organismos e habitats que existem nesses ambientes.

Há um número de grupos de organismos que são encontrados apenas em ambientes totalmente marinhos, estes incluem: corais, braquiópodes, cefalópodes, graptólitos e foraminíferos, entre outros. A ocorrência de fósseis desses grupos fornece evidências de deposição marinha. Por outro lado, a presença de fósseis de moluscos, bivalves e gastrópodes em estratos, são indicadores de formas de água doce. Alguns dos indicadores mais confiáveis de condições de água doce são os fósseis de algas e bactérias (Nichols, 2009).

Na fácies continental eólica, os depósitos formados ocorrem principalmente em ambientes áridos onde a água de superfície é intermitente e há pouca cobertura vegetal. Nestas áreas desérticas são caracteristicamente formadas dunas, marcas de ondulação (figura 6-A) e fendas de dessecação (figura 6-B) como estruturas sedimentares, constituídas

essencialmente por areia e silte. Nestas estruturas, o vento é o principal fator condicionante, de acordo com a sua direção (Summerfield, 2013).

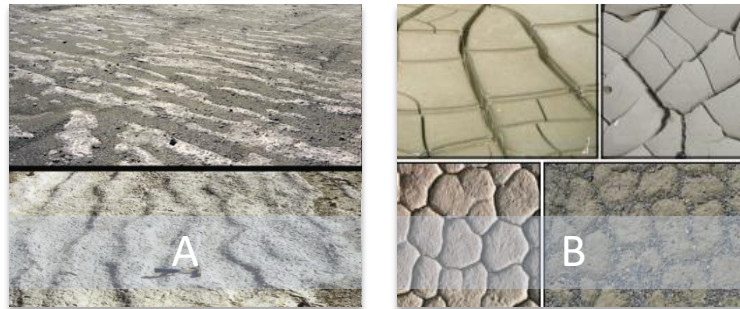


Figura 6 – Estruturas sedimentares características de fácies detritica. A) Marcas de ondulação. Retirado de Hints & Miidel, 2008. B) Fendas de dessecação. Retirado de Goehring et al, 2010.

As condições oxidantes presentes neste tipo de ambiente impedem a preservação de muito material fóssil, daí ser escassa a presença de fósseis, no entanto, podem surgir ossos de vertebrados nalguns estratos. Surgem fácies associadas como, por exemplo, fácies fluviais, aluviais e lacustres (Nichols, 2009).

## 5.2. Fácies de transição

As zonas de transição correspondem a locais onde existe, em simultâneo, influência continental e marinha. A fácies de transição é caracterizada e sintetizada em três distintos ambientes, entre eles: estuarino, deltaico e lagunar.

O ambiente estuarino é considerado um ambiente de deposição bastante complexo e heterogéneo, que se descreve sucintamente, e se divide em quatro elementos: a) praia: constituída essencialmente por conglomerados e areia, com clastos bem arredondados e calibrados, e presença de estruturas sedimentares com baixo ângulo de estratificação, de acordo com a direção das ondas; b) lagoas: meios hipersalinos ou salobros, constituídos principalmente por uma mistura de lama com um pouco de areia fina e silte, promovendo a formação de estruturas laminadas e marcas de ondulação; c) zona intertidal: zonas pouco profundas, com lama, areia e menos comumente conglomerados, com configurações cuja energia exerce grande impacto pela erosão, formando estruturas laminares cruzadas e estratificações cruzadas; d) plataformas tidais (*tidal mudflats*): lama e areia de grão fino, com presença pontual de argilas, formando estruturas sedimentares com laminação e *ripples*.

As praias são ambientes de alta energia, continuamente “lavadas” pelas ondas, que se movem ao redor do sedimento, submetendo os clastos à abrasão. O fornecimento de material do mar é muitas vezes abundante, mas muito dele vai ser dividido em fragmentos, podendo ser identificados, de um modo geral, como pedaços de molusco, coral, equinodermos, etc.

Apenas os organismos mais robustos permanecem intactos, e entre estes estão os moluscos, pela espessura das suas conchas. A abundância de detritos bioclásticos, em depósitos de praia, também é medida em função das proporções relativas dos grãos minerais e outros materiais fornecidos (Summerfield, 2013). Organismos que vivem em lagoas, com ambientes hipersalinos e condições salobras, necessitam de criar condições de adaptação, dos quais apenas um número limitado de plantas e animais consegue alcançar. Neste sentido, os vestígios de organismos que geralmente podem ser aqui encontrados dependerão da energia do meio ambiente e da natureza do substrato (Nichols, 2009).

No ambiente deltaico uma característica fundamental é a estreita associação dos ambientes deposicionais continentais e marinhos. A parte superior de um delta contém sedimentos relativamente grosseiros, conglomerados, assim como material de grão mais fino, arenito/areia, nas áreas mais próximas da área adjacente do mar. O canal pode ser reconhecido pela sua base de incisão com um padrão peculiar, clarificando-se a evidência do sentido do fluxo, que será unidirecional a menos que haja uma forte influência das marés ou da ondulação ou da deriva litoral, resultando em correntes bidirecionais. Depósitos nas zonas mais próximas da zona marinha, podem mostrar camadas finas, resultantes do afluxo de sedimentos a partir do topo do delta e ondulações simétricas devido à ação das ondas. Também os depósitos de água, mais rasos, na frente do delta, podem ser amplamente retrabalhados por ondas e/ou por ação das marés. Evidências paleontológicas de fauna e flora são importantes no reconhecimento dos sub-ambientes marinhos e continentais de um delta, ou seja, podem ser encontradas associações de fósseis de plantas terrestres, animais no topo do delta e de fauna marinha na frente do delta (Nichols, 2009). As fácies lagunar são fisicamente muito semelhantes ao ambiente lacustre, no entanto, uma laguna tem episodicamente invasão das águas marinhas encontrando-se separada do mar por uma ilha-barreira ou por um recife, desenvolvendo-se ao longo da costa. As principais litologias presentes são o lutito (*mudstone*), com a presença de marcas de ondulação (Boogs, 2006). Surgem também neste ambiente sucessões de fósseis com influência marinha e de fauna que poderá fornecer evidências de água salobra ou hipersalina (Nichols, 2009).

### 5.3. Fácies marinha

A fácies marinha divide-se em quatro distintos ambientes, entre eles: litoral, nerítica, batial e abissal. Na fácies litoral as típicas litologias que a caracterizam são, as areias, a lama e algum cascalho. Os ambientes de deposição nas plataformas continentais variam de acordo com a profundidade da água, o abastecimento de sedimentos, o clima e os processos de ondas, marés e tempestades (Summerfield, 2013). Os produtos destes processos interativos são extremamente variáveis em termos de textura, geometria dos sedimentos e sucessão

estratigráfica. Há, no entanto, certas características que podem ser consideradas como indicadores confiáveis deste tipo de ambiente. Em primeiro lugar, os processos físicos são geralmente distintivos: por exemplo, extensos lençóis e cumes de areia depositados por correntes fortes são facilmente reconhecidos e não podem ser depósitos de qualquer outro ambiente, especialmente se há evidências de que as correntes eram de maré. Em segundo lugar, os organismos que ocorrem nestes depósitos são distintos das condições marinhas pouco profundas, quer como especificamente organismos bentónicos que só são abundantes nestes locais, ou como icnofósseis que exibem diversas morfologias. Em terceiro lugar, sucessões de arenitos e *mudstones* também podem ser associadas com os calcários depositados durante os períodos de baixa oferta de detritos terrígenos (Nichols, 2009).

Por outro lado, a fácies nerítica ocorre ao nível da plataforma continental, em zonas rasas. Neste ambiente, os sedimentos são misturas de carbonato e outros materiais clásticos, e no registro estratigráfico muitas sucessões consistem em misturas de rochas carbonatadas, arenitos e argilitos. O clima desempenha um papel importante na determinação do fornecimento de areia e lama para ambientes marinhos de baixa profundidade. Em condições mais húmidas, o aumento da erosão sobre os produtos da superfície terrestre resultam em mais sedimentos que, posteriormente, serão transportados pelos rios, que são eles próprios mais vigorosos e, portanto, fornecem mais sedimentos para os mares adjacentes. As rochas carbonatadas são formadas neste ambiente.

Relativamente aos ambientes abissais, ou seja, ambientes marinhos profundos, o conhecimento adquirido é muito pobre quando comparado com outros ambientes. Muita da informação direta sobre os ambientes profundos e os produtos que daí advêm são de pesquisas feitas ao fundo do mar e da análise de sucessões de estratos antigos expostos. Estruturas sedimentares, tais como a estratificação cruzada, são formadas por correntes fortes, normalmente ausentes dos sedimentos depositados em profundidades superiores a duas centenas de metros, assim como as ondulações e qualquer evidência de atividade das marés. As principais estruturas sedimentares em depósitos de águas profundas apresentam laminação paralela e cruzada, formada pela deposição de correntes de turbidez e correntes de contorno. Alguns dos indicadores mais confiáveis de profundidade de água podem ser encontrados a partir de uma análise de fósseis e icnofósseis, porque muitos organismos bentónicos só existem em ambientes de plataforma, embora restos de fósseis animais possam ser depositados em águas profundas por correntes de turbidez. Os fósseis mais abundantes no fundo do oceano são os esqueletos de organismos microscópicos planctónicos como, por exemplo, os foraminíferos, que podem ser usados como indicadores de profundidade relativa: existem formas planctónicas e bentónicas, e a proporção dos dois faculta uma medida



aproximada da profundidade da água, pois águas mais profundas tendem a conter, nos sedimentos, uma maior proporção de formas planctónicas. Outros vestígios fósseis aqui presentes incluem as conchas de grandes organismos, como cefalópodes, e ainda ossos e dentes de peixes ou répteis aquáticos e mamíferos.

## 6. Os fósseis na reconstituição de paleoambientes

Indubitavelmente, o meio ambiente contribui para a diversificação dos seres vivos, influenciando a sua distribuição pelos demais. Cada organismo adquire maneiras inatas de adaptação de acordo com as condições necessárias para a sua sobrevivência, incluindo fatores como temperatura, humidade, salinidade, entre outros. A análise de material paleontológico, ao longo dos tempos remotos, possibilitou a associação dos organismos a um determinado ambiente, em consonância com a organização que apresentavam, relativamente ao mesmo grupo de indivíduos, nos ambientes do passado (Mendes, 1988).

Na compreensão do passado da Terra, e também imprescindíveis para a reconstituição de paleoambientes, são de particular importância as rochas sedimentares. O conhecimento e a compreensão dos processos envolvidos na formação de uma rocha, e as condições que os condicionam, permitem deduzir os ambientes em que as mesmas se formaram.

A inferência destes dados é facilmente reconhecida. Por exemplo, as pegadas de dinossauros podem estar associadas a plataformas continentais e/ou litorais, originadas sobre um substrato húmido. A predominância de fósseis de organismos pertencentes aos grupos de corais, braquiópodes, cefalópodes, graptólitos e foraminíferos, indicam que os ambientes nos quais se depositaram são totalmente marinhos, pois são característicos destes ambientes, e que os primeiros apresentam uma distribuição restrita às águas quentes e pouco profundas. Algumas espécies fósseis de algas, moluscos, gastrópodes e bivalves nas rochas comprovam a existência de ambientes de deposição de água doce. Também a presença de estruturas sedimentares como marcas de ondulação ou fendas de dessecação, comumente preservadas no registo geológico, fornecem informações sobre o ambiente de deposição (Breithaupt, 1992).

Reitera-se, portanto, que as rochas sedimentares, os fósseis, a diversidade e a atividade biológica contribuem para a reconstituição de paleoambientes sendo considerados arquivos e testemunhos que fornecem um vislumbre detalhado da informação acerca da História da Terra.



## CAPÍTULO III | PERSPETIVA DE ENSINO

*“É consensual entre os especialistas na Educação em Ciências que os cidadãos cientificamente literatos precisam ser capazes de resolver problemas e fazer questões sobre as várias dimensões do seu próprio ambiente a fim de resolver problemas relacionados com a sua saúde e ambiente, entre outros.”* (Vilaça & Morgado 2013, p.112). Neste sentido, é imperativo que se desenvolvam métodos de ensino e aprendizagens eficazes, assentes em perspetivas de ensino capazes de promover a apropriação do saber, suscitando o interesse e a motivação, determinantes para aprendizagens significativas nos alunos (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

No interior deste capítulo será redigida a perspetiva de ensino adotada nesta investigação, bem como uma breve explicação da escolha do recurso educativo construído para potenciar e dinamizar o processo de ensino aprendizagem, no contexto do Ensino Orientado para a Investigação (EOI).

### 1. O Ensino Orientado para a Investigação

Importa desde mais sublinhar que uma adequada Educação em Ciências se coloca em toda a sua pertinência no contexto da educação, levando a questionar todos os caminhos a percorrer para aperfeiçoar uma cultura ativa, cientificamente e tecnologicamente, emergente nas sociedades contemporâneas, dando prioridade à formação de cidadãos cientificamente cultos (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Fontes & Silva, 2004; Gutierrez, 2015; Leite & Afonso, 2001; Vilaça & Morgado, 2013). Este último conceito compreende três dimensões em simultâneo: a) *“aprender Ciência (aquisição e desenvolvimento de conhecimento conceptual)”*; b) *“aprender sobre Ciência (compreensão da natureza e métodos da Ciência, evolução e história do seu desenvolvimento bem como uma atitude de abertura e interesse pelas relações complexas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)”*; c) *“a fazer Ciência (competências para desenvolver percursos de pesquisa e resolução de problemas)”* (Cachapuz, Praia & Jorge 2002, p.44).

Os pressupostos referidos anteriormente, assentam na perspetiva de EOI que propõem uma aprendizagem dinâmica e centrada no aluno, incrementando-lhe o entusiasmo, no sentido de contribuir para o seu desenvolvimento pessoal e social. Na literatura (anglo-saxónica) também é conhecida como *Inquiry Teaching*, no contexto da vertente do Ensino, ou por *Inquiry Based-Learning*, no contexto da vertente da Aprendizagem (NRC, 2000).

Considera-se imprescindível estimular os discentes na vontade de querer aprender, fomentando a sua curiosidade, motivação e interesse, conduzindo-os a questionar as

evidências e os resultados, na procura de respostas para situações problema do quotidiano, possibilitando o desenvolvimento de várias competências. Pretende-se assim que os alunos possuam uma visão dinâmica, aceitando a ideia de que a ciência é um processo dinâmico e em constante evolução. É, portanto, essencial utilizar uma perspetiva que espelhe a atividade do cientista e desperte nos alunos a curiosidade inata para responder a questões do mundo natural, potenciando a aquisição de competências investigativas que são fundamentais no Ensino das Ciências (Gutierrez, 2015). Neste sentido, os alunos têm assim uma maior familiarização com as características do trabalho científico para melhor compreender o percurso da construção do conhecimento científico escolar (Vilaça & Morgado, 2013).

Além destas competências investigativas, outras como o desenvolvimento de capacidades cognitivas, interpessoais e sociais são significativas pois nesta perspetiva, são valorizadas as interações entre diferentes sujeitos. Assim sendo, impera uma abordagem socioconstrutivista que defende o trabalho de grupo como ferramenta-chave para a aprendizagem. O psicólogo bielorrusso Lev Vygotsky, conhecido como o pai do socioconstrutivismo, considera a aprendizagem por interação social como o principal foco para o desenvolvimento cognitivo. Dentro do contexto da aprendizagem, os alunos são envolvidos em questões orientadas cientificamente, conectam-se com conteúdos e conceitos científicos de modo a formularem explicações para os fenómenos científicos com base em dados e evidências, desencadeando capacidades de investigação e argumentação (Dostál, 2015; NRC, 2000), capazes de surgirem da interação aluno/aluno e professor/aluno.

Aponta-se então para um ensino centrado no aluno, atribuindo-lhe um papel ativo no processo de ensino aprendizagem. O professor surge como mediador/facilitador neste processo, implicando a adoção de estratégias pedagógicas mais diversificadas de ensino que contribuam para o desenvolvimento de várias competências essenciais (Freire, 2004). O docente deve saber envolver os alunos, motivando-os e envolvendo-os ativamente na sala de aula, promovendo o questionamento, instigando-os, por exemplo, na investigação e resolução de problemas que permitam a aplicação do conhecimento. Assim, deve facilitar o processo potenciando o questionamento, a investigação e o desenvolvimento do pensamento crítico, promovendo o trabalho colaborativo no auxílio do desenvolvimento de competências (interpessoais, de comunicação...) e da capacidade de argumentação (Gutierrez, 2015; NRC, 2000), essenciais no ensino das ciências.

Entenda-se que se promove o recurso a estratégias mais ativas, que se opõem ao processo unidirecional de ensino impregnado num método que recorre apenas à transmissão de conhecimentos. No entanto, uma perspetiva de EOI, que considera que o aluno participe ativamente na construção do conhecimento, não revoga a presença de momentos expositivos

com o intuito de fornecer informações facilitadoras da aprendizagem, permitindo ao docente a aplicação de algumas instruções explícitas, a introdução de alguns conceitos ou o auxílio no esclarecimento de potenciais dúvidas que possam surgir (Festas, 1998). Estes momentos devem ser pontuais e marcados pela ação participa dos alunos, ou seja, o professor deve sempre proporcionar espaços entre as suas explicações para que os discentes possam intervir, questionar e colaborar no processo de ensino aprendizagem.

Neste contexto, a aplicação do PI pretendeu, através do jogo didático, promover a ação ativa dos alunos, resolvendo questões-problema, analisando evidências, criando hipóteses de modo a potenciar o desenvolvimento de competências e aprendizagens significativas. O professor, ao longo deste processo, assume o papel de moderador contribuindo para o seguimento normativo das regras do jogo, conferindo um ambiente dinâmico e ativo em sala de aula.

## 2. Recursos educativos e dinâmica das aulas

Uma perspetiva de ensino é considerada uma planificação estruturada e fundamentada, criada para configurar o programa curricular, através da construção de recursos educativos, permitindo a dinamização das aulas, com o intuito de orientar o ensino a partir destas estratégias metodológicas didáticas (Lucas & Vasconcelos, 2005).

O papel do professor será fundamental pois tem que intervir proporcionando desafios intelectuais aos alunos. Cabe a este, através da criação e recriação de dispositivos pedagógicos, fazer com que os seus educandos se apropriem de objetos de aprendizagem e lhe atribuam um significado. É, então, exigida a pluralidade estratégica de atividades e recursos didáticos apelativos, para construir oportunidades de aprendizagem entre indivíduos e objetos, propondo que os alunos beneficiem do contacto com situações e instrumentos que potenciem o diálogo, o confronto ou a interlocução entre os aprendentes.

Em consonância com o anteriormente referido, o jogo didático enquadra-se nesta perspetiva pois é considerado um recurso desafiante capaz de despertar o interesse dos alunos, estimulando a apropriação do saber. Ao longo dos últimos anos, o jogo tem sido cada vez mais utilizado como complemento à estratégia de ensino do professor, pois desenvolve a expressão oral, o raciocínio através da colocação de questões, o pensamento, a criatividade, a imaginação, a reflexão e, conseqüentemente, a (re)construção do conhecimento dos alunos (Cavalcanti & Soares, 2009; Constante & Vasconcelos, 2010; Duarte, 2009; Jann & Leite, 2010; Longo, 2012).

Piaget e Vygotsky, grandes psicólogos com influência na pedagogia, consideram o jogo como uma atividade lúdica que favorece a aproximação do indivíduo com o objeto, proporcionando

momentos de descontração que facilitam o processo de aprendizagem de crianças e adolescentes (Constante & Vasconcelos, 2010; Duarte, 2009; Matos, Sabino & Giusta, 2010). O aluno envolvido no jogo exerce um papel ativo, desenvolvendo competências socioculturais, que se inserem na formulação sociocultural de Vygotsky, estimulando as funções motoras, afetivas e cognitivas durante a integração e a interação entre sujeitos (Cavalcanti & Soares, 2009; Constante & Vasconcelos, 2010; Duarte, 2009; Matos, et al., 2009).

O jogo apresentado aos alunos é um recurso didático utilizado com o intuito de favorecer positivamente o processo de ensino aprendizagem. O desenvolvimento deste instrumento iniciou-se com a seleção dos conteúdos curriculares abordados de acordo com a definição do público-alvo, intervindo e aplicado a um grupo de alunos em simultâneo, num ambiente colaborativo. De um modo geral, trata-se, portanto, de uma estratégia que consegue, simultaneamente e de forma complementar, ser educativa e lúdica.

Neste sentido, o PI implementado pretendeu, não só, desenvolver o raciocínio científico como promover capacidades investigativas, cognitivas e socioculturais. No decorrer deste, o professor intervém, inicialmente, como facilitador do processo, dando a conhecer o jogo didático, explanando a dinâmica da atividade bem como as regras básicas do jogo. Dando início ao jogo, os discentes são os principais intervenientes, comandando o desenrolar da atividade, onde o docente apenas tem como função mediar a participação dos envolvidos, assegurando a igualdade entre todos, para que se façam ouvir ordeiramente e respeitavelmente, criando uma ambiente de sala de aula tranquilo e dinâmico.

Com a aplicação deste recurso didático os alunos devem levantar questões, formular hipóteses para as situações-problema expostas, saber argumentar, expor soluções, instigar debates construtivos entre sujeitos e opinar e aceitar diversos pontos de vista, pressupostos estes que potencializam o desenvolvimento de competências investigativas e sociais. Os diversos desafios associados ao PI são caracterizados pelo trabalho colaborativo, onde os aprendizes discutem entre grupos a resolução e solução dos mesmos, envolvendo-os num ambiente de aprendizagem enriquecedor, incrementando-lhes o entusiasmo, a motivação, a colaboração, a participação/intervenção.

## CAPÍTULO IV | *METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO*

A metodologia de uma investigação evoca a definição de métodos e técnicas em função de determinada finalidade. Como método, define-se o conjunto de operações e procedimentos

que visam a consecução de um ou mais objetivos definidos, orientado por uma pesquisa que torna possível a seleção e articulação de técnicas para que se possa alcançar um determinado resultado e se atinja o conhecimento (Carmo & Ferreira, 1998). Assim sendo, neste capítulo, será descrita e fundamentada a metodologia de investigação que abrange a combinação de métodos e ainda referindo, a aplicação de uma grelha de observação, posteriormente validada, e ainda a aplicação de um pré e pós-teste, como técnicas e instrumentos capazes de avaliar a organização dos alunos e a respetiva aprendizagem dos conteúdos.

## 1. Combinação de métodos

No processo de investigação, o método qualitativo e quantitativo estão ligados a perspetivas paradigmáticas distintas e únicas (Carmo & Ferreira, 1998). Neste sentido, têm sido objeto de debate a adequada utilização e os adjacentes inconvenientes dos diferentes métodos em trabalhos de investigação. O método quantitativo remete, essencialmente, para a investigação experimental ou quasi-experimental, fundamental na recolha e análise de dados numéricos para explicar, prever e/ou controlar fenómenos de interesse relevante. Por outro lado, o método qualitativo foca-se mais no processo de investigação do que unicamente nos resultados obtidos.

A presente investigação combina as sinergias dos métodos de investigação qualitativa e quantitativa. Esta combinação de métodos é um procedimento para coletar, analisar e “misturar” ambos os métodos num único estudo para compreender o problema formulado inicialmente (Creswell, 2012; Lund, 2012; Sale, Lohfeld & Brazil, 2002). O pressuposto básico desta metodologia é que a utilização combinada destes métodos proporciona uma melhor compreensão dos fenómenos e o alcance de resultados mais seguros, pois conduzirá a uma triangulação de métodos. Esta triangulação metodológica tornará o plano de investigação mais sólido, recorrendo aos dois métodos em simultâneo, a várias técnicas, várias fontes de dados, levando, conseqüentemente, ao fortalecimento da investigação (Carmo & Ferreira, 1998; Creswell, 2012; Fonseca, 2008).

A combinação de métodos insere-se no modelo de triangulação metodológica onde, os dados quantitativos e qualitativos são recolhidos numa só fase, em simultâneo, e utilizados e analisados os resultados obtidos para compreender o problema de investigação (Creswell, 2012; Fonseca, 2008; Lund, 2012). Neste modelo, o método quantitativo e qualitativo têm a mesma ênfase na investigação (modelo QUANT-QUAL), considerados como fontes aproximadamente iguais de informação no estudo, havendo um equilíbrio entre ambos.

A razão básica para a utilização deste modelo resume-se à forma mais completa de resolver o problema, resultante da coleta de dados qualitativos e quantitativos, onde os pontos fortes de um dos métodos compensam as fraquezas do outro (Creswell, 2012; Fonseca, 2008; Sale et al., 2002).

Esta investigação caracteriza-se por possuir um *design* pré-experimental onde só existe um grupo, não aleatório, de indivíduos que definem a amostra do estudo, e ao qual é aplicado um pré e pós-teste. Os resultados obtidos são do tipo descritivo, a partir dos quais não se podem estabelecer relações de causalidade (Cohen et al., 2013).

Numa perspetiva de “Investigação & Desenvolvimento” será elaborado, aplicado e avaliado um produto específico, neste contexto, um jogo didático, a ser aplicado em contexto real. Esta perspetiva tem como propósito investigar as necessidades dos alunos e desenvolver produtos enquadrados e adequados de forma a aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.

Em suma, a metodologia desta investigação envolve uma combinação de métodos (QUANT-QUAL), sendo esta uma investigação com um *design* pré-experimental, numa perspetiva de “Investigação & Desenvolvimento”.

## 2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Várias técnicas e instrumentos foram utilizados na recolha de dados da única fase que contempla o estudo (tabela 3), de acordo com os dados que se pretendem recolher e analisar nesta investigação, integrando, como já supramencionado, uma triangulação metodológica.

Tabela 3 - Métodos, técnicas e instrumentos da investigação.

Método de investigação	Técnica de recolha de dados	Instrumento	Técnica de análise de dados
Qualitativo	Observação não participante (passiva)	Grelha de observação	Análise de conteúdo
Quantitativo	Testagem	Pré-teste Pós-teste	Análise descritiva e estatística

### 2.1. Grelha de observação

A observação direta é uma das técnicas usadas na observação dos fenómenos desenvolvidos num ambiente natural, considerada fidedigna e bastante útil. À medida que se desenrola a fase da implementação do estudo, a observação será uma rica fonte de dados qualitativos, que visa recolher informações acerca do desenvolvimento da atividade didática, avaliando

vários aspetos, nomeadamente a motivação, a participação, o envolvimento, entre outros, dos discentes. A observação não participante (passiva), de baixa inferência (Spradley, 1980), esteve presente no momento em que se concretizou a atividade, onde dois observadores independentes efetuaram os seus registos e não interagiram com a amostra do estudo, de forma a encontrar dados de natureza substantiva. Como instrumento que serviu de suporte a esta observação sistemática, uma grelha de observação (Apêndice I) foi previamente construída e, consequentemente, adaptada para o presente estudo, sendo posteriormente assegurada a sua validade e fiabilidade de acordo com os objetivos definidos, como requisito, de modo a garantir valor científico.

A validade avalia a veracidade do instrumento, ou seja, se este mede aquilo que é pretendido e se os dados nele obtidos têm significado para o problema e retratam a realidade dos factos (Carmo & Ferreira, 1998). Por outro lado, a fidelidade garante que diferentes investigadores alcancem resultados semelhantes usando o mesmo instrumento, aplicando-o de forma concordante com os critérios estabelecidos (Carmo & Ferreira, 1998). Considera-se assim, que um determinado instrumento é fiel se fornecer dados idênticos quando aplicado várias vezes ao mesmo fenómeno.

O processo adaptativo, de validação e o processo que garante a fidelidade da grelha de observação assegurou essencialmente cinco etapas: (a) definição e adaptação dos parâmetros adotados a avaliar (b) construção e análise da grelha (c) aplicação preliminar, (d) novas adaptações numa nova aplicação e consequente reavaliação e, por fim, (e) a validação do instrumento por dois investigadores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e ainda por um elemento do corpo docente da escola onde se implementou o PI. Na terceira e quarta etapa assegura-se a fidelidade da grelha de observação onde, três observadores preencheram a grelha, individualmente, num mesmo momento em avaliação. Numa primeira aplicação preliminar, denotaram-se discrepâncias nos registos das observações efetivadas sendo, portanto, realizadas alterações necessárias, nomeadamente na definição dos parâmetros que avaliam a componente atitudinal e os respetivos níveis de desempenho. Após novas aplicações, e até atingir um nível de concordância superior a 80%, certificou-se a fidelidade da grelha.

Tal como supramencionado, definiram-se os cinco parâmetros a ter em consideração que visam a avaliação de conteúdo atitudinal e comportamental dos discentes na aplicação do PI, atribuindo-lhes três níveis de desempenho: “*Não satisfatório*”, “*Satisfatório*” e “*Muito satisfatório*” (tabela 4), de modo a garantir que outro(s) investigador(es) ou docente(s) alcancem resultados concordantes aplicando esta mesma grelha de observação com os parâmetros definidos.

Tabela 4 - Definição dos parâmetros da grelha de observação e respetivos níveis de desempenho atribuídos.

Parâmetro	Níveis de desempenho
<p><b>Motivação</b> – A motivação pode ser inferida através de atitudes como tomar iniciativa, iniciar rapidamente uma tarefa e empenhar-se nela com esforço e persistência (Ribeiro, 2011).</p>	<p><i>Não Satisfatório:</i> Não demonstra iniciativa; não inicia a realização de qualquer tarefa.</p> <p><i>Satisfatório:</i> Apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros ou não apresenta algum deles, ou, apesar de tomar iniciativa, não desempenha tarefas.</p> <p><i>Muito Satisfatório:</i> Demonstra muita iniciativa, realiza prontamente as tarefas empenhando-se nestas com esforço, dedicação e persistência; apresenta um desempenho máximo em todos os parâmetros.</p>
<p><b>Interação</b> – A interação pode ser definida como a troca de influências e ideias bem como a comunicação que se estabelece entre alunos (Vilela, Pennino &amp; Maia, 2005; Oliveira &amp; Macedo, 2006). Pode também ser avaliada pela capacidade de estabelecer relações/ligações com os outros. A interação permite a construção social do conhecimento (Oliveira &amp; Macedo, 2006).</p>	<p><i>Não Satisfatório:</i> O aluno não estabelece ligação, não troca ideias nem com os alunos nem com o professor.</p> <p><i>Satisfatório:</i> Apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros.</p> <p><i>Muito Satisfatório:</i> Estabelece relações com os colegas e com o professor; troca ideias e influências de forma ativa.</p>
<p><b>Colaboração</b> – No trabalho colaborativo os membros do grupo trabalham em conjunto e apoiam-se mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem à não-hierarquização, à liderança compartilhada (Damiani, 2008). Existe confiança mútua e co-responsabilidade pela condução das ações.</p>	<p><i>Não Satisfatório:</i> O aluno não apoia o grupo; ausência de trabalho colaborativo.</p> <p><i>Satisfatório:</i> Apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros; há uma hierarquização das relações, embora haja trabalho em conjunto.</p> <p><i>Muito Satisfatório:</i> Verifica-se um trabalho em conjunto sem hierarquização das relações.</p>
<p><b>Atenção</b> – De uma maneira abrangente pode ser definida como o processo que direciona, seleciona, alerta, delibera, contempla. A atenção é um termo global utilizado para definir vários processos que variam da concentração à vigilância (Ladewig, 2000).</p>	<p><i>Não Satisfatório:</i> O aluno não parece encontrar-se num estado de vigília e de concentração.</p> <p><i>Satisfatório:</i> Apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros.</p> <p><i>Muito Satisfatório:</i> O aluno apresenta um estado de vigília e de concentração elevados e está alerta.</p>
<p><b>Participação/Intervenção</b> – Consiste na intervenção ativa enquanto processo da construção do conhecimento (Santos, 2002). Inclui tomada de decisão, levantamento de questões pertinentes, manifestar uma opinião, responder a uma questão colocada.</p>	<p><i>Não Satisfatório:</i> O aluno não decide; não manifesta opinião; tem uma intervenção passiva.</p> <p><i>Satisfatório:</i> Apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros.</p> <p><i>Muito Satisfatório:</i> O aluno toma decisões, manifesta opiniões e levanta questões pertinentes; quando interpelado responde de forma correta; participa de forma ativa.</p>



## 2.2. Teste (pré e pós)

Tal como anteriormente referido, e sendo usada nesta investigação uma triangulação metodológica, pretende-se, através da observação, obter dados substantivos que se possam triangular com os dados obtidos noutras técnicas de recolha de dados, nomeadamente a testagem.

A testagem é uma outra técnica implementada nesta investigação de forma a recolher dados quantitativos. Para aferir a aprendizagem dos alunos facilitada pela aplicação do jogo didático elaborou-se um único teste (Apêndice II) com questões claras enquadradas nos conteúdos conceituais, de diferentes tipologias. O teste foi realizado pelos alunos *a priori* (pré-teste) da aplicação do jogo didático e, imediatamente *a posteriori* (pós-teste), à consagração do mesmo, ambos com as mesmas questões. A aplicação destes testes, em dois momentos, visa a avaliação da exequibilidade do jogo didático na aprendizagem dos conteúdos, figurando-se como instrumentos que se prestaram a cumprir os objetivos desta investigação.

No desenvolvimento deste instrumento teve-se em consideração a tipologia dos itens que os integram e o tipo de conhecimento que os mesmos avaliam (tabela 5).

Tabela 5 – Caracterização das questões do teste (pré e pós) quanto à sua tipologia e tipo de conhecimento avaliado.

Questão	Tipologia do item <sup>1</sup>	Tipo de conhecimento
Q1	Item de construção: resposta extensa	Conhecimento substantivo
Q2	Item de seleção: escolha múltipla	Conhecimento substantivo
Q3	Item de seleção: escolha múltipla	Conhecimento substantivo
Q4	Item de seleção: escolha múltipla	Conhecimento substantivo
Q5	Item de seleção: ordenação	Conhecimento substantivo
Q6	Item de seleção: verdadeiro e falso	Conhecimento substantivo Conhecimento processual
Q7	Item de construção: resposta restrita	Conhecimento substantivo Conhecimento epistemológico
Q8	Item de construção: resposta extensa	Conhecimento substantivo Conhecimento epistemológico

Relativamente ao tipo de resposta, os itens implícitos no teste classificam-se como itens de seleção e itens de construção. O pré e pós-teste são constituídos pelo mesmo conjunto de

<sup>1</sup> De acordo com IAVE (2014). *Instrumentos de Avaliação Externa – Tipologia de Itens*. Disponível para consulta em [http://provas.iave.pt/np4/file/84/Tipologia\\_itens\\_DeZ\\_14.pdf](http://provas.iave.pt/np4/file/84/Tipologia_itens_DeZ_14.pdf)

questões, composto por oito itens, dos quais três são itens de construção e os restantes cinco são itens de seleção.

Os itens de construção presentes no teste são considerados de resposta extensa, uma vez que estes implicam a produção de uma resposta organizada e elaborada, e de resposta restrita, sendo pedido apenas a apresentação de uma explicação como resposta, de menor extensão relativamente às anteriores. No que concerne aos itens de seleção, estes apresentam o formato de escolha múltipla, ordenação e verdadeiro/falso. Nos itens de escolha múltipla, de entre um conjunto de quatro opções é selecionada a resposta correta. Quando a resposta envolve a ordenação de vários elementos de ordem lógica ou cronológica, como acontecimentos ou processos, são consideradas respostas aos itens de ordenação. Já nos itens de verdadeiro/falso é implícita a atribuição de um valor de verdade a cada uma das afirmações de um dado conjunto de respostas.

As questões formuladas no teste pretendem avaliar diferentes tipos de conhecimento, nomeadamente o conhecimento substantivo, processual e epistemológico. O Currículo Nacional do Ensino Básico preconiza o desenvolvimento de competências específicas no domínio do conhecimento, e para tal define-os como:

(a) o conhecimento substantivo surge através da *“análise e discussão de evidências, situações problemáticas, que permitam ao aluno adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas, pessoais, sociais e ambientais”*;

(b) o conhecimento processual adquire-se através da *“realização de pesquisa bibliográfica, observação, execução de experiências, individualmente ou em equipa, avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas onde os alunos utilizem dados estatísticos e matemáticos”*;

(c) o conhecimento epistemológico caracteriza-se pela *“análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciem êxitos e fracassos, persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a Ciência, possibilitando ao aluno confrontar, por um lado, as explicações científicas com as do senso comum, por outro, a ciência, a arte e a religião”* (Ministério da Educação, 2001, p. 132).

Tal como a grelha de observação, também o teste foi sujeito ao processo de validação e ao processo que garante a fidelidade do instrumento. Após a estruturação e construção do teste, este foi apresentado a dois investigadores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e a um elemento do corpo docente da escola onde se implementou o PI, e ambos atestaram

a validade do instrumento pois estaria de acordo com os objetivos e hipóteses definidos da investigação a operar. Também a fidelidade do teste foi garantida após a realização do mesmo por quatro investigadores, nos quais se inclui um docente da escola, atingindo o consenso entre ambos logo no primeiro, e único, contacto com o instrumento.

### 3. Amostra

O propósito dos processos de amostragem é adquirir informações acerca de uma pequena parte de uma população que o investigador seleciona e pretende estudar (Gil, 2008). A essa pequena parte ou subconjunto de uma dada população denomina-se amostra. Ao longo da investigação a amostra envolvida caracteriza-se por ser uma amostra de conveniência, caracterizada por um grupo de sujeitos já definido, intacto e disponível, do qual se poderá obter informações valiosas (Carmo & Ferreira, 1998; Cohen et al., 2013). Esta amostragem é do tipo não probabilística, pelo que se assume que esta amostra não é representativa da população e como tal não se prevê a generalização dos resultados (Cohen et al., 2013).

A amostra deste estudo corresponde a uma turma, atribuída aos formandos em situação de PES no início do ano letivo, e é constituída por dezanove alunos (n=19) do ensino secundário. Os participantes são predominantemente do sexo masculino, com idades compreendidas entre os quinze e os dezassete anos, a frequentar o 11.º ano de escolaridade. Estes alunos inserem-se na Escola Secundária Carolina Michaëlis, uma escola localizada na região Norte do país, no centro do Porto.

## CAPÍTULO V | *PROGRAMA DE INTERVENÇÃO*

A implementação do estudo em contexto de sala de aula é descrita neste capítulo, bem como a operacionalização de todos os instrumentos e materiais construídos para o efeito. O PI é contemplado numa única fase, aplicando um jogo didático a apenas uma turma participante. Para que todos os envolvidos participassem de forma integral e ativa, o PI foi aplicado numa aula de Biologia e Geologia que se caracterizava por ser uma aula teórico-prática, onde os alunos se encontram devidamente distribuídos por dois turnos, de acordo com o horário definido no início do ano letivo, de forma a que todos interajam em simultâneo. Neste sentido, a intervenção distribuiu-se por dois momentos, sendo que o primeiro desenvolveu-se durante a manhã do dia doze de abril do corrente ano civil, e o segundo momento decorreu durante a tarde desse mesmo dia.

O PI desenvolveu-se, em cada momento, num período de cento e cinquenta minutos distribuídos por três blocos de cinquenta minutos, empregando conteúdos conceptuais

programáticos do 11.º ano de escolaridade na aplicação do jogo, em paralelo com o preenchimento da grelha de observação, e ainda a implementação do pré e pós-teste, antes e após a aplicação do jogo, respetivamente.

## 1. Recurso didático: O Jogo - “O Enigma dos Fósseis”

O recurso didático educativo apresentado consiste num jogo de tabuleiro (Apêndice III.A), intitulado “O Enigma dos Fósseis”, composto por vários objetos, tais como, peões, dois dados, uma ampulheta e um conjunto de cartões com variados tipos de questões (Apêndice III.B). O tabuleiro do jogo apresenta um percurso direcional que se divide em várias casas com indicações e alguns obstáculos (figura 7). O objetivo do jogo é percorrer o itinerário indicado até atingir novamente o ponto de partida, movendo as peças em consequência das respostas dadas correta ou incorretamente.

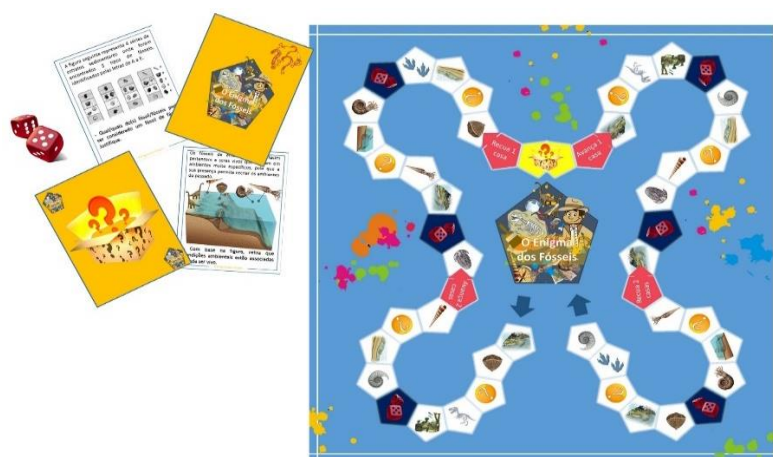


Figura 7 – Jogo didático: “O Enigma dos Fósseis”.

Mediante o número de alunos formaram-se quatro equipas de jogadores, de três a quatro elementos cada. Definidas as equipas procedeu-se à leitura das regras (Apêndice III.C) que ditam a dinâmica do jogo e as instruções básicas que deverão ser tomadas em consideração.

Durante o percurso casas de “Desafios” vão aparecendo, permitindo à equipa em jogo recolher um cartão e responder a uma questão. Após análise e discussão da questão pelos elementos que constituem a equipa em jogo, um porta-voz dita a resposta, em voz alta, depois de se chegar a um consenso entre todos os elementos do grupo. No interior de cada cartão encontra-se a resposta correta à questão em causa, e os elementos das equipas adversárias verificam se a resposta está correta ou incorreta, e neste último caso leem em voz alta a resposta. Um elemento de uma das equipas adversárias fica também responsável por cronometrar o tempo permitido para cada resposta. Se a equipa responder corretamente e no tempo definido, terá direito a lançar novamente o dado e a avançar o número de casas

correspondente ao número revelado pelo mesmo. Por outro lado, se a equipa responder incorretamente ou ultrapassar o tempo limite, permanece na casa que se encontra em jogo e passará a vez à equipa seguinte.

Casas de “Avanço” e de “Recuo” também são frequentes, obrigando a equipa em jogo a avançar ou recuar uma a duas casas. Durante o percurso também se encontram casas de “Bónus”, dando direito de lançar o dado novamente e responder a uma nova questão, à equipa que nesta casa se encontre. Existe ainda uma única casa “Surpresa” dando a oportunidade da equipa responder a uma questão mais complexa e caso responda corretamente lança o dado duas vezes e avança o número de casas correspondente à soma dos números obtidos no lançamento. Se responder incorretamente, permanece nessa mesma casa e o jogo continuará normalmente.

Toda esta dinâmica de jogo decorreu durante cento e vinte minutos. Os alunos foram desafiados a desenvolver estratégias de jogo e a fortalecer o seu conhecimento acerca dos conteúdos conceituais selecionados, implicando também o reconhecimento de conceções abordadas anteriormente, conseguindo relacionar conceitos, uma vez que alguns conteúdos incluídos no jogo já teriam sido estudados.

A formulação e construção das questões expostas nos cartões visam o desenvolvimento de competências específicas no domínio do conhecimento, exposto anteriormente, do raciocínio, da comunicação e das atitudes. Tal só é possível através da pluralidade e da exigência dos recursos educativos desenvolvidos, e do envolvimento primordial dos alunos envolvidos no processo de ensino aprendizagem (Ministério da Educação, 2001). Neste sentido, e de forma a elaborar questões pertinentes que permitam avaliar os diferentes tipos de conhecimento, construiu-se uma tabela contemplando as questões apresentadas nos cartões, sendo cada uma associada ao tipo de conhecimento que avalia e os respetivos objetivos associados aos conteúdos programáticos (Apêndice IV). As trinta e uma questões apresentadas no jogo didático são desafiantes, potencializando a mobilização de saberes e competências que visam o desenvolvimento do raciocínio científico e a conceção dos vários tipos de conhecimento.

## 2. Aplicação do pré e pós-teste

O recurso a este instrumento de recolha de dados prende-se com a obtenção de dados quantitativos do estudo, adequado à presente investigação, uma vez que se pretende aferir o impacto do jogo nas aprendizagens dos discentes. A aplicação do teste divide-se em duas fases distintas, sendo que na primeira se aplica o pré-teste, antes da implementação do jogo didático, e na segunda o pós-teste, no final da atividade.

A aplicação do pré-teste decorreu por um período de quinze minutos. Posteriormente, apresentou-se o pós-teste, constituído pelo mesmo conjunto de questões implícitas no pré-teste, também por um período de quinze minutos. Distribuídos, individualmente, pela sala de aula, os alunos respondem aos itens apresentados.

### 3. Aplicação da Grelha de Observação

No presente estudo pretende-se recolher dados quantitativos de forma a estabelecer conexões encontradas em dados qualitativos. Para tal efeito, na recolha dos últimos, é aplicada a grelha de observação no momento do PI.

À medida que decorre o jogo, é feita a observação passiva por dois observadores independentes, que também se encontram em situação de PES, não interferindo nem interagindo ou sequer intervindo com os participantes, mantendo-se numa posição afastada no momento da atividade.

Sob o olhar atento dos dois observadores, e ao longo dos cento e vinte minutos disponíveis para a implementação do estudo, é preenchida a grelha de observação, permitindo a avaliação de conteúdo atitudinal dos alunos, de acordo com os níveis de desempenho para cada parâmetro definido, obtendo dados qualitativos fundamentais para aferir as atitudes e os comportamentos exibidos pela amostra durante o PI.

## CAPÍTULO VI | *RESULTADOS E DISCUSSÃO*

Após o processo de implementação do PI aos alunos participantes nesta investigação são revelados os dados resultantes. Por isso, segue-se, neste capítulo, a apresentação, análise e discussão dos resultados obtidos no estudo operacionalizado. Duas técnicas de análise de dados foram utilizadas, de acordo com os instrumentos usados, nomeadamente o teste e a grelha de avaliação, avaliando dados de cariz quantitativo e qualitativo, respetivamente. No sentido de avaliar os saberes cognitivos dos alunos, foi realizada a análise estatística descritiva para calcular médias e desvios-padrão, e ainda empregado o teste de Wilcoxon para amostras separadas no tempo, com o intuito de avaliar a existência de diferenças significativas entre pares de dados. Consideraram-se valores estatisticamente significativos para valores de *p-value* iguais ou inferiores a 0,01. Foi realizada, também, análise de conteúdo, uma vez que se pretendia avaliar a componente atitudinal dos sujeitos que compuseram a amostra em estudo.

## 1. Resultados da análise estatística e discussão

Os resultados obtidos da aplicação do pré e pós-teste à amostra ( $n=19$ ) foram tratados estatisticamente, tendo sido calculado o valor mínimo, máximo, a média e o desvio padrão (tabela 6). Analisando os dados obtidos verifica-se que os valores são bastante positivos, registando-se um aumento significativo nos valores da média relativos aos resultados obtidos no pós-teste, aplicado após a intervenção. Relativamente aos valores mínimos e máximos também se apura uma melhoria dos resultados no pós-teste comparativamente com os do pré-teste.

Tabela 6 - Estatística descritiva dos resultados do pré e pós-teste.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-Teste	19	18	145	91,1	34,04
Pós-Teste	19	80	180	144,2	22,97

Na aplicação do teste de Wilcoxon aos resultados do pré e pós-teste obteve-se um nível de significância inferior a  $p=0.01$  ( $Z=-3,827$ ;  $p=0,000$ ). Este nível demonstra que, com um intervalo de confiança de 99%, houve diferenças significativas entre pares, o que significa que as duas distribuições diferem nas pontuações médias. Dados estes que permitem rejeitar  $H_0$  e aceitar  $H_1$ .

Os dados apresentados comprovam uma melhoria nas pontuações do pós-teste e, neste sentido, será importante confirmar essas diferenças avaliando a evolução dos resultados, comparativamente, nos dois testes (figura 8). Os dados que se apresentam resultam da média dos dois testes correspondente a cada um dos discentes da amostra.

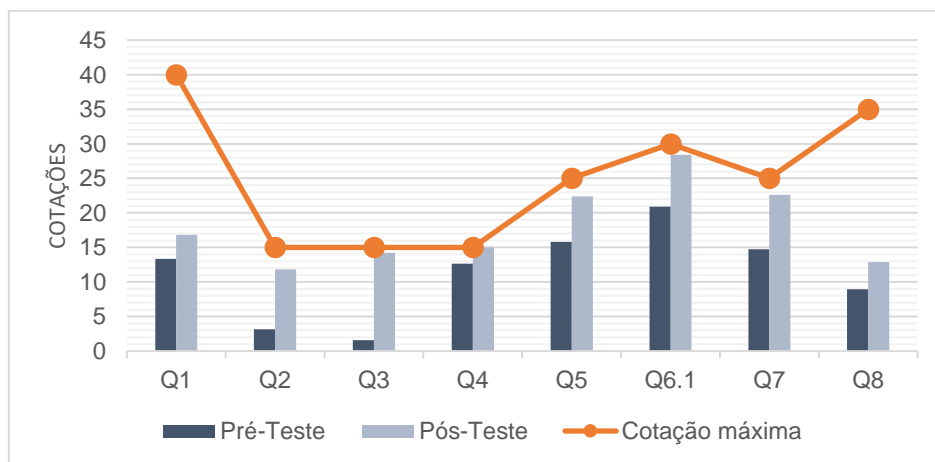


Figura 8 – Cotações médias obtidas em cada uma das questões, apresentadas no pré e pós-teste, e respectiva cotação máxima atribuída às mesmas.

Estes dados indicam que, de um modo geral, e como se tem vindo a revelar, as classificações obtidas no pós-teste são superiores quando comparadas às do pré-teste. No entanto, é passível de se referir que existem questões em que essas variações são mais evidentes e significativas. Nas questões Q2 e Q3 registam-se valores discrepantes, confirmando-se um maior número de respostas corretas no pós-teste. As questões em causa, por se tratar de itens de seleção, escolha múltipla, poderão justificar o progresso dos resultados, sugerindo que possíveis conceções erróneas se tenham clarificado após a aplicação do jogo.

Os resultados sugerem que na questão Q1 os alunos obtiveram valores relativamente superiores no pós-teste, no entanto não se alcançou nenhuma resposta com cotação máxima, revelando apenas cotações intermédias. Tal resultado sugere que após o programa de intervenção os estudantes demonstram algumas dificuldades na resposta à questão que, pelo facto de serem itens construção, de resposta extensa, obstaculizou a expressão escrita no momento de avaliação. Normalmente, nestes itens que implicam uma resposta mais elaborada, denota-se mais dificuldade na expressividade de ideias e na exposição de conceções por parte dos discentes. O mesmo se verifica na questão Q8, também de resposta extensa. Por outro lado, na questão Q7, apesar de positivamente se apurar melhorias significativas nas respostas dadas no pós-teste, estas ostentam pontuações próximas da cotação máxima atribuída ao item em questão, contrariamente aos dados patenteados nas questões Q1 e Q8. Tal poderá apoiar-se no facto de Q7 equivaler a um item de construção mas de resposta restrita, obrigando os alunos a expor respostas diretas e confinadas.

Conforme é possível verificar, nas questões Q4, Q5 e Q6.1, todos itens de seleção, apresenta-se uma evolução significativa nas classificações obtidas no pós-teste relativamente ao pré-teste. Os resultados revelados no pós-teste aproximam-se visivelmente das cotações máximas, sugerindo um aumento significativo do número de respostas dadas corretamente após a aplicação do jogo.

Em jeito de conclusão, e de acordo com os resultados apresentados na análise estatística, a hipótese  $H_1$  foi aceite, ou seja, a implementação de um jogo didático no ensino das ciências, a uma turma do 11.º ano de escolaridade, contribui para a aprendizagem dos conteúdos conceituais dos alunos, dado que os valores ostentam uma subida estatisticamente significativa das classificações obtidas pelos discentes no pós-teste.

Após a aplicação do jogo de tabuleiro, os alunos conseguiram responder acertadamente a um maior número de itens de seleção e, nas questões de construção, foram capazes de estruturar respostas mais completas e fundamentadas. Verifica-se também que nas questões que pretendem avaliar conhecimento epistemológico as respostas, ainda assim, não atingem



cotações máximas, contudo, verifica-se uma melhoria no pós-teste, permitindo inferir a presença de algumas dificuldades de resposta dada pelos alunos.

A obtenção destes resultados é extremamente favorável ao presente estudo, uma vez que o desempenho dos alunos evoluiu favoravelmente após a aplicação do PI, contribuindo assim para apoiar a exequibilidade do jogo didático apresentado como recurso educativo no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, o jogo didático desenvolvido contribuiu para a aprendizagem dos discentes, potencializando a construção de conhecimento.

## 2. Resultados da análise de conteúdo e discussão

Aquando a aplicação do PI, efetivou-se o preenchimento da grelha de observação no sentido de avaliar a componente atitudinal dos alunos no desenrolar da atividade. Foram contabilizados e coligidos todos os parâmetros definidos para cada nível de desempenho subjacente (figura 9), coletados por dois observadores independentes, no decorrer do PI.

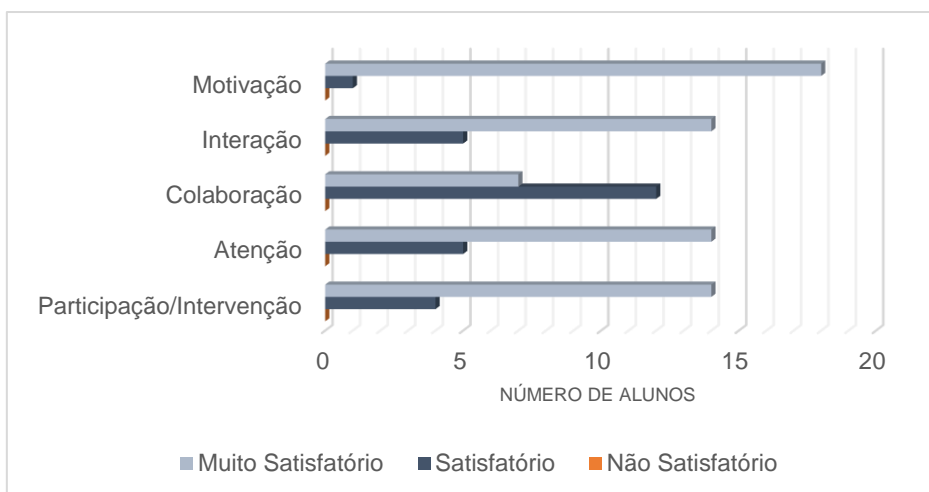


Figura 9 – Resultados obtidos na aplicação da grelha de observação.

Relativamente ao parâmetro motivação distingue-se a predominância dos níveis de desempenho “*Muito satisfatório*”, onde dezoito alunos realizam prontamente as tarefas solicitadas, empenhando-se, demonstrando muita iniciativa. Apenas um aluno apresenta um desempenho intermédio onde, apesar de manifestar iniciativa, não desempenha tarefas com esforço e dedicação.

No que concerne ao parâmetro da interação, tal como se verifica, catorze alunos estabeleceram relações com os colegas, praticando trocas de ideias e influências de forma ativa, sendo portanto, atribuídos níveis de desempenho “*Muito satisfatório*”. Os restantes alunos, cinco, postulavam níveis apenas “*Satisfatório*” uma vez que estabelecem relações

com os colegas de forma passiva e pontual. Sendo este parâmetro caracterizado pela troca de influências e de ideias, e como o objetivo do jogo didático é promover dinâmicas de grupo instigando a partilha de ideias entre aprendentes potenciando a construção de conhecimento, verifica-se que esse parâmetro foi positivamente alcançado.

No que diz respeito ao parâmetro colaboração, apenas sete alunos manifestam níveis de desempenho “*Muito satisfatório*”, apresentando um trabalho em conjunto exemplar, apoiando-se mutuamente, estabelecendo relações não-hierárquicas entre os membros do grupo visando atingir objetivos comuns. A maioria dos discentes apresentou níveis “*Satisfatório*” pois, embora houvesse trabalho em conjunto, existia uma tendência para a hierarquização das relações ocorrendo, por vezes, liderança por parte de alguns elementos dentro do mesmo grupo.

À medida que se desenrola a atividade com a aplicação do recurso educativo, é também avaliado o parâmetro atenção. Apura-se, através dos dados alcançados, que catorze discentes apresentam níveis de desempenho “*Muito satisfatório*” e apenas cinco com nível “*Satisfatório*”. Na generalidade a turma mostrou estar alerta, atingindo um elevado estado de vigilância e concentração. Contudo, alguns alunos assumiram uma posição intermédia, apresentando um estado de alerta intermitente.

Constata-se, para o parâmetro participação/intervenção, níveis de desempenho “*Muito satisfatório*” na sua maioria, através dos quais quinze alunos intervêm ativamente no processo da construção do conhecimento, nomeadamente no levantamento de questões pertinentes, na manifestação de opiniões e na tomada de decisões. Apenas quatro discentes assumem uma posição intermédia, tomando e manifestando esporadicamente algumas decisões e opiniões.

De se denotar ainda, que não se obtiveram níveis de desempenho “*Não satisfatório*” em qualquer parâmetro em avaliação, o que comprova que não houve anormalidades nem demonstrações de desinteresse no decorrer do jogo, mostrando o excelente desempenho dos discentes envolvidos na investigação.

Tal como foi referido anteriormente, durante o desenvolvimento da grelha de observação, fizeram-se aplicações preliminares das mesmas em aulas de carácter mais expositivo, sem o uso de qualquer recurso educativo. E os resultados que agora se apresentam resultam da avaliação de uma dessas aulas (figura 10) e que aqui se utilizam como termo de comparação. Pretende-se comparar o desempenho dos alunos durante uma aula dita “normal”, com o desempenho exibido no decorrer do PI, aquando da aplicação do jogo didático como recurso educativo.

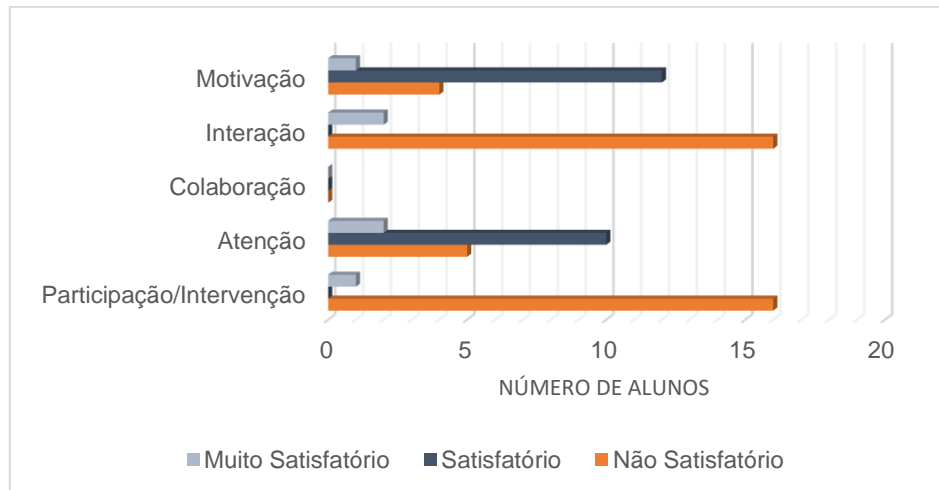


Figura 10 – Desempenho dos alunos aferido pelo preenchimento da grelha de observação durante uma aula expositiva.

Como se pode constatar os níveis de desempenho dos alunos nas aulas expositivas não são muito animadores, pois nos parâmetros da interação e da participação/intervenção predominam os níveis “*Não satisfatório*”. Por outro lado, verificam-se níveis “*Satisfatório*” nos parâmetros da atenção e motivação, mas ainda assim com a presença de níveis “*Não satisfatório*”. Contudo, relativamente ao nível de desempenho “*Muito satisfatório*”, observa-se um caso pontual, de um a dois discentes, em todos os parâmetros em avaliação. Não se registaram dados no parâmetro da colaboração uma vez que não se aplicava na aula em consideração.

Neste sentido pode apurar-se que, de acordo com os resultados obtidos, na análise de conteúdo, os alunos manifestam níveis de desempenho bastante positivos quando lhes é aplicado, em sala de aula, um recurso educativo dinâmico e inovador. Estes participam ativamente, permanecem motivados, empenhados e atentos, adotando uma postura ativa e intervencionista no processo de ensino-aprendizagem, contrariamente às atitudes passivas e desmotivadoras que apresentam em metodologias que visam apenas a transmissão de conhecimento.

A aplicação de um jogo didático aos discentes numa aula, o fator novidade e lúdico, serão fatores que contribuirão favoravelmente para a obtenção dos valores positivos representados no parâmetro da motivação. Normalmente, nestas faixas etárias, os alunos estão familiarizados com as dinâmicas de um jogo, de tabuleiro por exemplo, e torná-lo num recurso didático como estratégia de ensino foi capaz de despertar o interesse dos discentes pelos conteúdos, tornando-o mais estimulante quando utilizado como complemento motivacional para a aprendizagem.

Por outro lado, apesar de se recorrer a um instrumento dinamizador, verifica-se, particularmente, a predominância de níveis de desempenho “*Satisfatório*” no domínio da colaboração, uma vez que haverá a presença de alunos que se destacam num trabalho grupal promovendo a hierarquização de relações entre pares. São portanto aqueles mais desinibidos e predispostos a assegurar a tomada de decisões, assumindo com segurança qualquer decisão e adotando uma posição de liderança, transpondo as atitudes dos discentes mais tímidos e inseguros na partilha de objetivos do coletivo.

Além disso, a extensão do espaço temporal poderá ser considerado um fator condicionante nos desempenhos obtidos no nível “*Satisfatório*” no domínio da atenção e da participação/intervenção. O facto do PI se ter desenvolvido num período de cento e cinquenta minutos poderá justificar os resultados registados, uma vez que o fator tempo influenciará algumas atitudes e desempenhos por parte dos discentes, denotando-se alguns níveis de cansaço e distração, mesmo que a dinâmica da aula seja estimulante.

Contudo, e de um modo geral, a análise qualitativa dos dados permitiu apurar o excelente desempenho dos discentes durante o PI, podendo afirmar-se que estes participam ativamente e entusiasticamente quando o ambiente em sala de aula se torna dinâmico, confirmando assim uma das potencialidades da aplicação de jogos didáticos, em contexto formal, como estratégia pedagógica.

## CAPÍTULO VII | CONCLUSÕES

### 1. Conclusões gerais

A procura de metodologias e estratégias de ensino capazes de promover aprendizagens e de desenvolver indivíduos cientificamente literatos torna-se cada vez mais premente, atendendo às individualidades dos discentes que caracterizam a sociedade caótica. O recurso a processos ou instrumentos que motivem e estimulem os aprendentes, promovendo a participação ativa dos mesmos e enriquecendo o ambiente de aprendizagem, é essencial.

O jogo didático afigura-se como um dos instrumentos capazes de facilitar e/ou auxiliar o processo de ensino aprendizagem e suscitar atitudes de interesse, participação e colaboração. Para tal efeito, o objetivo educacional desta investigação foi promover a aprendizagem dos alunos recorrendo a um jogo de tabuleiro. Na fundamentação inicial da investigação definiram-se hipóteses condutoras do estudo que, após a recolha e análise dos dados, foram testadas e aceites. O problema que imperava no desenvolvimento desta

investigação ocupava-se em verificar se a implementação de um jogo didático no ensino das ciências, a uma turma do 11.º ano de escolaridade, contribuía ou não na aprendizagem dos conteúdos conceituais dos alunos.

Após a aplicação do PI e em consonância com os resultados obtidos constatou-se que a aplicação do jogo didático influenciou favoravelmente a aprendizagem dos discentes envolvidos na atividade, possibilitando a edificação de conhecimento substantivo, processual e epistemológico, evidentes na evolução positiva das classificações adquiridas no pós-teste. A análise estatística e os resultados advertidos da aplicação do teste de Wilcoxon, que atesta a subida dos resultados como significativa, asseguram a aceitação e validação da hipótese  $H_1$  de investigação.

Comprova-se então que, mantendo uma função educativa, o jogo, quando utilizado em contexto formal, é capaz de promover ou potenciar a aproximação dos aprendentes aos conteúdos programáticos de forma eficaz e estimulante.

O EOI foi a perspetiva de ensino adotada no estudo e surtiu efeitos positivos uma vez que os alunos manifestaram atitudes ativas e intervencionistas quando confrontados com dinâmicas de grupo que promovem o raciocínio e a argumentação, ao contrário das posições passivas e apáticas que assumem no ensino meramente transmissivo, de carácter mais expositivo. Estas ilações advêm dos resultados obtidos na análise de conteúdo ao nível da componente atitudinal e comportamental.

O jogo representa uma atividade lúdica e educativa, com uma integrante motivadora e desafiante, e portanto foi perceptível a motivação dos alunos no decorrer do PI, despertando desempenhos bastante positivos ao nível de vários parâmetros como o da atenção, colaboração, participação/intervenção e interação. Confirma-se assim que os jogos auxiliam importantes processos, não só, conceituais, como atitudinais e comportamentais. O jogo desempenhou um papel importante no desenvolvimento, estimulando funções cognitivas, levando os discentes à comunicação, à partilha, à colaboração e ao relacionamento entre pares e o objeto, potencializando a construção conjunta do conhecimento.

Também o teste e a grelha de observação se delinearam como profícuos na recolha de dados, uma vez que se figuraram como instrumentos que se prestaram a cumprir os objetivos desta investigação de forma eficaz.

Importa ainda salientar que os objetivos de investigação foram conseguidos, tanto o objetivo educacional supramencionado, como também os objetivos conceituais, uma vez que os discentes conseguiram reconhecer a importância das rochas como “arquivos” de informação

acerca da História da Terra e compreender o contributo da diversidade/atividade biológica para a reconstituição de paleoambientes, desenvolvendo saberes no âmbito da temática abordada.

Em modo de conclusão afirmar-se-á que a edificação e o desenvolvimento de um recurso didático, com potencial educativo – o jogo – como estratégia pedagógica, influencia positivamente as aprendizagens dos alunos quando associado à perspetiva de ensino adotada. Esta permitiu a criação de um ambiente dinâmico e enriquecedor em sala de aula proporcionando, através da aplicação de estratégias educacionais e de dinâmicas de grupo, o desenvolvimento cognitivo e social dos aprendentes.

Desenvolvendo uma aprendizagem centrada no aluno, promovendo a participação, cooperação, colaboração e discussão, incrementando-lhe o entusiasmo, e os resultados sugerem que a aplicação do jogo didático, em contexto educativo, desperta a atenção, o interesse, a participação e a motivação dos alunos, propiciando aprendizagens dos conteúdos programáticos, aumentando assim as probabilidades de o aluno se comprometer com o processo de aprendizagem. Neste sentido, proporcionam-se momentos de interação, exposição, argumentação e de lazer, potencializando a realização de aprendizagens significativas num convite à construção do próprio conhecimento.

## 2. Limitações e sugestões para investigações futuras

Embora este estudo tenha comprovado o impacto positivo da aplicação de um jogo junto dos discentes envolvidos na investigação, os dados conseguidos não conferem robustez ao estudo uma vez que estes não são generalizáveis, em consequência do tipo de amostragem. O facto da amostra envolvida se caracterizar por ser de conveniência e de pequenas dimensões, dificulta a retirada de ilações representativas com maior enfase e concisão.

Contudo, os resultados obtidos patenteiam grande interesse no contexto educacional podendo, em investigações futuras, fomentar a realização de estudos semelhantes ao aqui exposto mas, sugere-se, para a coleta de dados, o recurso a uma amostra aleatória por forma a conferir e/ou garantir a generalização dos resultados.

Ainda relativamente à amostra em causa, esta é limitada às turmas atribuídas no contexto da PES e, portanto, não foi possível implementar o jogo didático a outras turmas para recolher dados de outras amostras, apresentando-se como fator limitante do estudo. Em investigações futuras seria então pertinente a utilização de um grupo controlo e de vários grupos experimentais de modo a comprovar com precisão as potencialidades do jogo didático no desenvolvimento das aprendizagens.

Como este tipo de metodologias dá especial enfoque aos discentes seria interessante conciliar com as técnicas de recolha de dados já utilizadas neste estudo, a aplicação de uma outra técnica através de inquérito por questionário, aplicada aos alunos, para avaliação do nível de aprovação e aceitação deste recurso didático por parte dos mesmos. Esta técnica permitiria ainda explorar, do ponto de vista do investigador, alguns aspetos que poderiam vir a ser melhorados e reestruturados numa futura rentabilização do jogo.

Atesta-se, em vários estudos, a contribuição dos jogos na apropriação de conhecimento e na aquisição de posturas mais ativas pelo que, a continuação da realização de estudos desta índole e o contributo deste tipo de investigações poderá animar os docentes a adotar estratégias mais dinâmicas, despertando o seu interesse para que arrisquem na construção e divulgação de outros jogos, reconhecendo as diversas potencialidades dos mesmos no processo de ensino aprendizagem.

Tendo em consideração o panorama geral da educação considera-se ser importante a realização deste tipo de investigações, não só para o desenvolvimento de competências cognitivas, atitudinais e processuais, mas também para o desenvolvimento de alicerces que estes estudos podem acarretar para o ensino das ciências.

### 3. Contributo da investigação para o desenvolvimento profissional

Esta investigação promoveu, não só, a aprendizagem dos discentes, tal se tem vindo a confirmar ao longo do presente relatório de estágio, como também contribuiu para o desenvolvimento profissional no contexto da formação inicial de professores, através da ação participativa e da ação reflexiva acerca do potencial das diferentes estratégias e metodologias implementadas no ensino das ciências. Considera-se assim que o presente estudo contribuiu de forma extremamente positiva, tendo em conta os vários aspetos citados, para o desenvolvimento profissional sendo, por fim, atingido o último objetivo definido desta investigação.

Na prática pedagógica é extremamente importante a preparação prévia por parte do professor, construindo uma prática com alicerces bem estruturados. Visando a maximização das potencialidades pedagógicas, em contexto de sala de aula, é fundamental a elaboração de uma planificação cuidada e reflexiva que considere os objetivos pedagógicos em causa, o público-alvo e os conteúdos programáticos envolvidos. Neste sentido, a preparação e estruturação do estudo contribuiu para o desenvolvendo de capacidades ao nível da organização e planificação, bem como a seleção dos conteúdos concetuais e a definição de

objetivos pedagógicos ofereceu um conhecimento científico aprimorado, potenciando assim uma evolução na execução das funções enquanto docente.

Mais, ainda na fase de preparação, é fundamental definir materiais e recursos didáticos a implementar de acordo com a metodologia a adotar, tendo em conta as necessidades dos discentes e as próprias exigências propostas nos programas curriculares.

A edificação de um jogo didático, a ser usado como recurso educativo, propiciou o desenvolvimento de capacidades investigativas, da imaginação, criatividade, autonomia, espírito crítico, bem como de capacidades de formulação de questões pertinentes e de competências relacionadas com a gestão de tempo, contribuindo assim para a emancipação docente. É ainda, neste contexto, essencial a criação de um jogo como instrumento pedagógico que propicie a aprendizagem, cumprindo o seu papel na educação, mas também que propicie prazer e diversão. Este foi um dos aspetos a ter em consideração, visto que o jogo não teria como finalidade apor apenas a componente motivacional, como também a de aprendizagem, onde o professor, como elemento capaz de construir este tipo de recursos, terá de conseguir conciliar o equilíbrio entre a função educativa e a função lúdica do jogo, suplementando assim a formação docente.

A eleição e aplicação da perspectiva de EOI foi outra das componentes que promoveu o desenvolvimento profissional do professor-investigador. A consciencialização e a tomada de atitudes, que intencionalmente promovam a participação ativa e autónoma dos discentes no processo de ensino aprendizagem, são importantes para que o professor assuma o papel de moderador, auxiliando e favorecendo o processo de construção de saberes, garantindo um ambiente dinâmico e inovador em sala de aula.

Posto isto, em suma, as adaptações curriculares, a capacidade de realização e estruturação de estratégias, a gestão do tempo, a adoção de uma perspectiva de ensino que melhor se enquadra na prática educativa e a eficácia dos processos, promoveram resultados positivos na aprendizagem dos alunos, e são fatores implícitos nesta investigação e determinantes para a evolução e emancipação docente do envolvido, como entidade que se afigura como essencial no processo de ensino-aprendizagem e que se compromete para o exercício de uma cidadania proactiva.



## Referências Bibliográficas

- Ausich, W. I., & Lane, N. G. (1999). *Life of the Past* (4<sup>th</sup> Edition). Pearson College Division.
- Boggs, S. (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy* (4<sup>th</sup> Edition). Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Brasier, M. D., Antcliffe, J., Saunders, M., & Wacey, D. (2015). Changing the picture of Earth's earliest fossils (3.5–1.9 Ga) with new approaches and new discoveries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(16), 4859-4864. doi: 10.1073/pnas.1405338111
- Breithaupt, B. H. (1992). The use of fossils in interpreting past environments. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE)*, 191(13), 147–158.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação (IIE).
- Carmo, H. & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para a Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Cavalcanti, E. L. D., & Soares, M. H. F. B. (2009). O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 8(1), 255-282.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison K. (2013). *Research methods in education* (6<sup>th</sup> Edition). Routledge.
- Constante, A. & Vasconcelos, C. (2010). Actividades lúdico-práticas no ensino da Geologia: complemento motivacional para a aprendizagem. *Terræ Didactica* 6(2), 101-123.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative* (4<sup>th</sup> Edition). New Jersey: Upper Saddle River.
- Damiani, M. F. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus. *Educar em revista*, 31, 213-230.
- Dostál, J. (2015). The definition of the term “Inquiry-based instruction”. *International Journal of Instruction*, 8(2).
- Doyle P. (1996). *Understanding Fossils. An Introduction to Invertebrate Paleontology*. Wiley

- Doyle, J. A., & Donoghue, M. J. (1987). The importance of fossils in elucidating seed plant phylogeny and macroevolution. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 50(1-2), 63-95.
- Duarte, J. A. (2010). *O Jogo e a Criança. Estudo de Caso* (Dissertação de Mestrado). Lisboa: Escola Superior de Educação João de Deus. Disponível em <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2296/1/Jos%C3%A9Duarte.pdf>
- El-Sorogy, A., Al-Sabrooty, M., & Mohamed, M. (2015). *Invertebrate paleontology* [Pdf version]. Retrived from [https://www.researchgate.net/publication/302244468\\_allafqaryt\\_Invertebrate\\_Paleontology](https://www.researchgate.net/publication/302244468_allafqaryt_Invertebrate_Paleontology)
- Festas, I. (1998). Estudo das aprendizagens escolares. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 32 (3), 119-153.
- Fonseca, J. R. S. (2008). Os Métodos Quantitativos na Sociologia: Dificuldades de Uma Metodologia de Investigação. In: *VI Congresso Português de Sociologia*, 1-18. Disponível em <http://www.aps.pt/vicongresso/pdfs/346.pdf>
- Fontes, A., & Silva, I. (2004). *Uma nova forma de aprender Ciências: a educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)*. Porto: Edições ASA.
- Freire, A. M. (2004). Mudança de concepções de ensino dos professores num processo de reforma curricular. *Flexibilidade curricular, cidadania e comunicação*. Lisboa: Ministério da Educação, 265-280.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de pesquisa Social* (6ª Edição). Editora: Atlas S.A.
- Goehring, L., Conroy, R., Akhter, A., Clegg, W. J., & Routh, A. F. (2010). Evolution of mud-crack patterns during repeated drying cycles. *Soft Matter*, 6(15), 3562-3567.
- Gutierrez, S. B. (2015). Collaborative professional learning through lesson study: Identifying the challenges of inquiry-based teaching. *Issues in Educational Research*, 25(2), 118-134. Disponível em <http://www.iier.org.au/iier25/gutierrez.html>
- Hints, L., & Miidel, A. (2008). Ripple marks as indicators of Late Ordovician sedimentary environments in Northwest Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 57(1), 11-22. doi: 10.3176/earth.2008.1.02
- Jackson, P. W. (2010). *Introducing Palaeontology: A Guide to Ancient Life*. Dunedin.

- Jann, P. N., & Leite, M. F. (2010). Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciências & Cognição*, 15 (1), 282-293. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org>
- Jones, R. W. (2006). *Applied palaeontology*. Cambridge University Press.
- Ladewig, I. (2000). A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. *Revista Paulista de Educação Física*, 3, 62-71.
- Lane, N. G. (1978). *Life of the Past*. Merrill.
- Leite, L., & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. *Boletim das Ciencias*, 48, 253-260.
- Longo, V. C. C. (2012). Vamos Jogar? Jogos como Recursos Didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. *Prémio Professor Rubens Murillo Marques*, 129- 157. Disponível em [http://www.fcc.org.br/pesquisa/jsp/premioIncentivoEnsino/arquivo/textos/TextosFCC\\_35\\_Vera\\_Carolina\\_Longo.pdf](http://www.fcc.org.br/pesquisa/jsp/premioIncentivoEnsino/arquivo/textos/TextosFCC_35_Vera_Carolina_Longo.pdf)
- Lucas, S., & Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 4(3), 333-354. Disponível em <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Lund, T. (2012). Combining Qualitative and Quantitative Approaches: Some Arguments for Mixed Methods Research. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56(2), 155-165. doi: 10.1080/00313831.2011.568674
- Matos, S. A., Sabino, C. V. S., & Giusta, A. S. (2010). Jogo dos quadris: uma proposta de uso do jogo no ensino da ecologia. *Ciência em Tela*, 3(2). Disponível em [http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0210\\_matos.pdf](http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0210_matos.pdf)
- Mayr, H. H. M. (1987). *Guía práctica de fósiles* (No. 56 (036) MAY).
- Meléndez, B. (1982). *Paleontología. Tomo I. Parte general e invertebrados* (3<sup>th</sup> Edition). Paraninfo. Madrid, España.
- Mendes, A., Rebelo, D., Pinheiro, E., Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. F. P., Valente, R. A., & Cunha, J. A. M. (2003). Programa de Biologia e Geologia - 11º ano. Ministério da Educação. Lisboa.
- Mendes, J. C. (1988). *Paleontología Básica*. São Paulo (Queiroz-Editora Universidade de São Paulo, Biblioteca de Ciências Naturais, 13).

- Ministério da Educação (2001). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais*. Disponível em [http://www.cfaematosinhos.eu/NPPEB\\_01\\_CN.pdf](http://www.cfaematosinhos.eu/NPPEB_01_CN.pdf)
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and stratigraphy* (2<sup>nd</sup> Edition). John Wiley & Sons.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press. Disponível em <http://www.nap.edu/read/9596/chapter/1>
- Oliveira, A., & Macedo, R. M. J. (2006). Interação e Aprendizagem. *UniLetras*, 28(1), 113-127.
- Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma*, 3(1), 1-5.
- Sale, J. E., Lohfeld, L. H., & Brazil, K. (2002). Revisiting the quantitative-qualitative debate: Implications for mixed-methods research. *Quality and quantity*, 36(1), 43-53.
- Santos, J. (2002). *A participação ativa e efetiva do aluno no processo ensino-aprendizagem como condição fundamental para a construção do conhecimento* (Dissertação de mestrado). Porto Alegre: Faculdade de Educação da Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Disponível em [www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2313](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2313)
- Silva, C.M. da (2013) - *Geodiversidade no campus da FCUL. Fósseis de Turritella*. Consultado em 26 de Setembro, 2016 em <http://paleoviva.fc.ul.pt/Geodivfcul/Geoturrit01/Geoturrit01.htm>
- Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. Florida: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Summerfield, M. A. (2013). *Global Geomorphology: An introduction to the study of landforms*. Routledge.
- Thenius, E. (1973). *Fossils and the Life on the Past*.
- Vilaça, T., & Morgado, S. (2013). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e materiais didáticos. *Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*, 112-128.
- Vilela, F. M., Pennino, G. C., & Maia, M. D. C. (2005). Interação e o processo de aprendizagem compartilhado e colaborativo num fórum de discussão. In *en XII Congresso Internacional de Educação a Distância, Florianópolis, Associação Brasileira de Educação a Distância*. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/050tcc5.pdf>

## Apêndice I (Grelha de Observação)

[illegible]

## Apêndice II (Teste – pré e pós)

ESCOLA SECUNDÁRIA CAROLINA MICHAËLIS

Ano letivo 2015/2016



Nome: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_\_\_; Turma: \_\_\_\_\_.

Data \_\_\_\_\_ Classificação \_\_\_\_\_

### Fósseis na reconstituição de paleoambientes

1. Explica a importância das rochas como “arquivos” de informação acerca da História da Terra.

---



---



---



---

2. Seleciona a opção que permite obter uma afirmação correta.

Os fósseis de fácies correspondem a grupos que tiveram...

- (A) grande longevidade e pequena área de dispersão.
- (B) curta longevidade e pequena área de dispersão.
- (C) grande longevidade e grande área de dispersão.
- (D) curta longevidade e grande área de dispersão.

3. Seleciona a opção que permite obter uma afirmação correta.

Os fósseis são fundamentais para a reconstituição dos paleoambientes aplicando...

- (A) o princípio das causas atuais.
- (B) o princípio da identidade paleontológica.
- (C) o princípio da continuidade lateral.
- (D) o princípio da inclusão.

4. Seleciona a opção que permite obter uma afirmação correta.

Os icnofósseis são...

- (A) os tecidos moles preservados.
- (B) os tecidos duros preservados
- (C) restos de partes do corpo de formas vivas do passado.
- (D) vestígios da atividade biológica de seres vivos do passado.

5. Ordena as letras de **A** a **E** de modo a reconstituir uma possível sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com as etapas da formação de um fóssil.

- A. Substituição da matéria orgânica por matéria mineral.
- B. Deposição de sedimentos sobre o corpo do ser vivo.
- C. Decomposição da matéria orgânica.
- D. Morte do ser vivo (animal ou planta).
- E. Redução do contacto com agentes atmosféricos.

\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

**6. Observa atentamente as imagens apresentadas.**



**6.1. Selecione apenas as afirmações verdadeiras referentes às informações que cada uma das imagens pode fornecer.**

- a. A estrutura A observa-se apenas em ambiente marinho e aparecem preservadas em alguns arenitos. \_\_\_\_\_
- b. Os icnofósseis fornecem informações sobre ambientes de sedimentação do passado e sobre hábitos dos animais, tipo de alimentação, tipo de locomoção, entre outros. \_\_\_\_\_
- c. A estrutura B associada a terrenos argilosos resulta da ação do vento. \_\_\_\_\_
- d. As marcas de ondulação permitem desvendar informações sobre o ambiente sedimentar em que a rocha se gerou, a direção das correntes que as produziram, a direção do vento, etc. \_\_\_\_\_
- e. Nas zonas áridas, pela ação da evaporação de águas salgadas formam-se sedimentos de halite e estruturas B. \_\_\_\_\_
- f. As pegadas de dinossauros são características de ambientes terrestres litorais. \_\_\_\_\_

**7. Algumas das mais importantes cadeias montanhosas da atualidade – os Alpes, os Himalaias, os Apalaches – contêm rochas sedimentares formadas em ambientes marinhos. Como explicas este facto?**

---



---

**8. Comenta a seguinte afirmação: “A diversidade e a atividade biológica contribuem para a reconstituição de paleoambientes e são importantes para a reconstituição do passado”.**

---



---



---



---



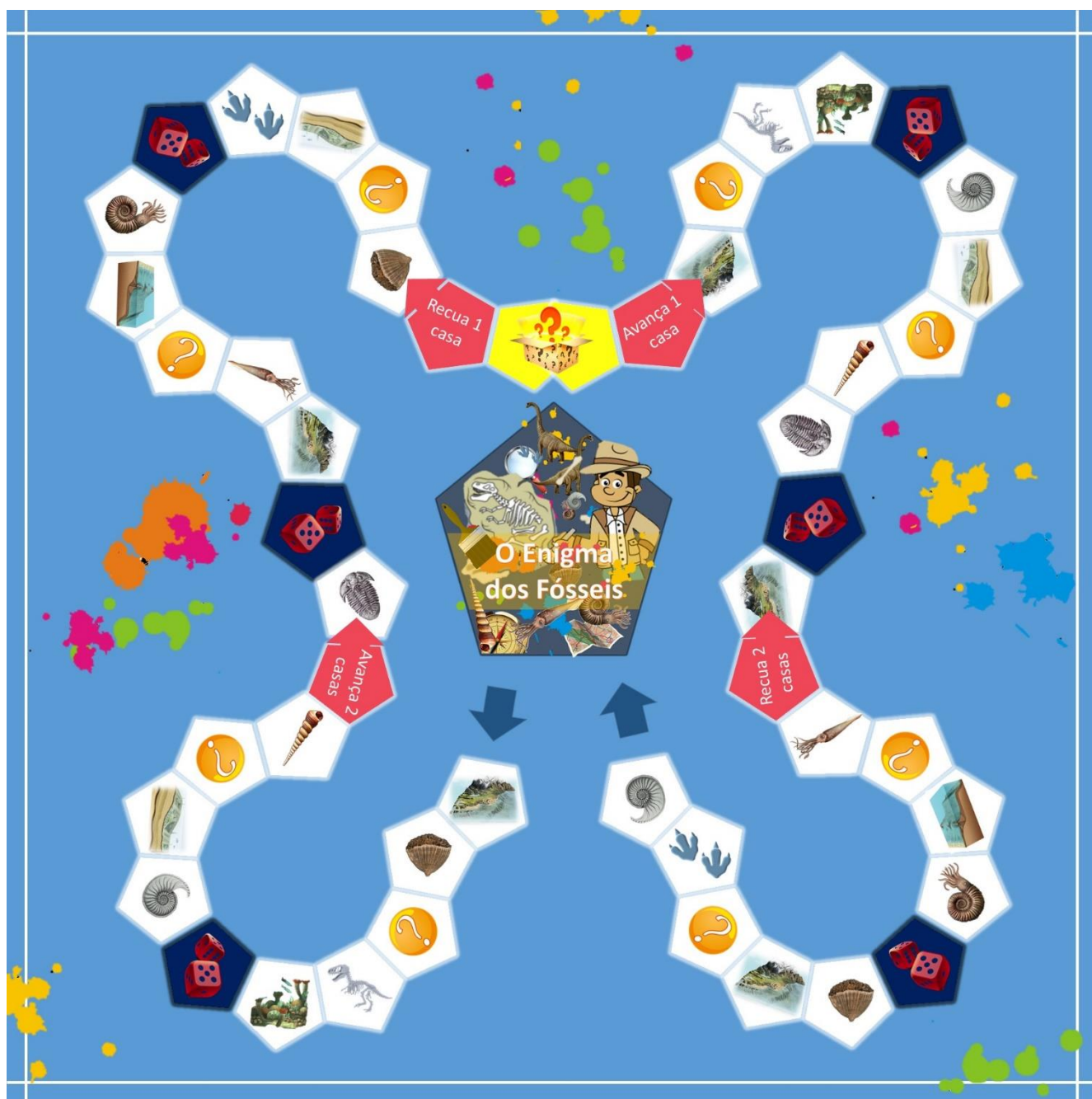
---

**FIM**

Cotações								
1.	2.	3.	4.	5.	6.1.	7.	8.	Total
40	15	15	15	25	30	25	35	200

## Apêndice III (Jogo – “O Enigma dos Fósseis”)

### A. Tabuleiro do jogo







## B. Cartões do jogo



Frente

<p>A Antártida é a zona mais fria da Terra, estando, mesmo no verão, coberta por quilómetros de gelo e de neve. Não existem árvores, tudo é branco e tão frio que só praticamente os pinguins podem lá viver. Debaixo de toda essa neve e gelo estão fósseis de enormes florestas tropicais.</p>  <p>- Como explicas o enigma presente no texto? _____</p> <p>© Enigma dos Fósseis</p>	<p>A cidade de Chicago está situada no centro da América do Norte, a milhares de quilómetros do oceano mais próximo. Durante o inverno é uma cidade muito fria, chegando mesmo a estar coberta de neve. Está assente num recife de coral, o mesmo tipo de rocha que forma as lagoas tropicais em redor das ilhas dos mares do sul.</p>  <p>- Como explicas o enigma presente no texto? _____</p> <p>© Enigma dos Fósseis</p>	<p>O monte Everest (maciço dos Himalaias, no Nepal, país vizinho da Índia), a montanha mais alta do mundo, com 8848 metros, tem o seu topo constituído por calcário proveniente do fundo do oceano, o que é comprovado pela existência de fósseis marinhos.</p>  <p>- Como explicas o enigma presente no texto? _____</p> <p>© Enigma dos Fósseis</p>
---	--	--

Verso

<p>Comenta a seguinte afirmação: "Os fósseis são importantes testemunhos da atividade da Terra".</p>  <p>_____</p> <p>© Enigma dos Fósseis</p>	<p>Em Portugal, na serra do Marão e perto de Portalegre e Elvas, encontram-se rochas com moldes de trilobites, artrópodes aquáticos.</p> <p>Na serra de Valongo, perto do Porto, existem camadas de xistos negros com fósseis de plantas que viveram há cerca de 300 milhões de anos.</p> <p>Na Lourinhã, perto de Peniche, abundam vestígios de tartarugas, crocodilos e até dinossauros com cerca de 150 milhões de anos.</p> <p>- Retira do texto um dado que permita concluir que algumas zonas do nosso país já estiveram, em épocas anteriores, cobertas pelo mar.</p> <p>_____</p> <p>© Enigma dos Fósseis</p>	<p>Reconstitua, com base na imagem, os possíveis acontecimentos para a formação do fóssil.</p>  <p>_____</p> <p>© Enigma dos Fósseis</p>
---	---	---

Analise atentamente a imagem que se segue.



- Caracterize o ambiente de sedimentação, tentando explicar a formação da estrutura evidenciada e indique os principais sedimentos.

O Enigma dos Fósseis

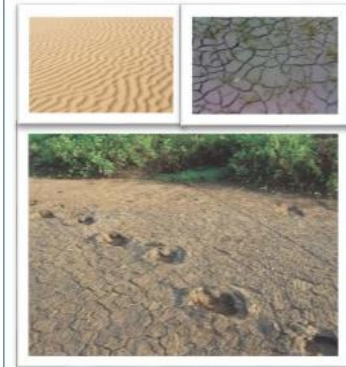
Analise atentamente a imagem que se segue.



- Explique a formação da estrutura evidenciada na imagem e refira quais os principais sedimentos presentes.

O Enigma dos Fósseis

Discuta a importância da preservação fóssil destas estruturas.



O Enigma dos Fósseis

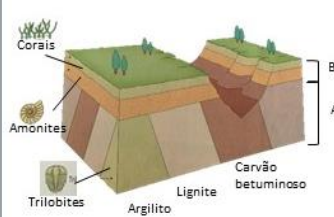
Analise atentamente a imagem que se segue.



- Discuta a importância do conteúdo fossilífero destes estratos.

O Enigma dos Fósseis

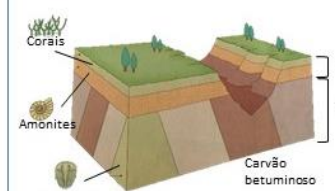
O bloco-diagrama que se segue representa uma área geológica em estudo, evidenciando duas sequências estratigráficas.



- Indique, justificando, um possível ambiente de sedimentação para a sequência estratigráfica A.

O Enigma dos Fósseis

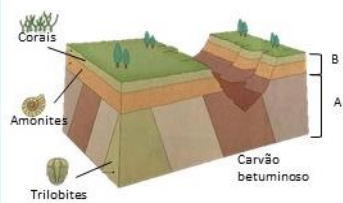
O bloco-diagrama que se segue representa uma área geológica em estudo, evidenciando duas sequências estratigráficas.



- Indique, justificando, um possível ambiente de sedimentação para a sequência estratigráfica B.

O Enigma dos Fósseis

O bloco-diagrama que se segue representa uma área geológica em estudo, evidenciando duas sequências estratigráficas.



- Explique a evolução do paleoambiente, durante a formação das duas sequências estratigráficas apresentadas.

O Enigma dos Fósseis

Os fósseis são contemporâneos da gênese da rocha sedimentar que os contém e permitem escrever a história da vida, fornecendo aos geólogos um meio de estabelecer a idade relativa dos estratos e fornecem pistas para a reconstituição dos paleoambientes. Os corais, por exemplo, são bons fósseis de fácies indicadores de paleoambientes.

- Explique em que medida, a presença de corais em estratos permite a reconstituição de paleoambientes.

O Enigma dos Fósseis

O estudo das rochas sedimentares fornece pistas sobre as condições ambientais e as formas de vida que existiram noutras épocas geológicas. As rochas sedimentares, habitualmente estratificadas e frequentemente fossilíferas apresentam, também, estruturas que nos permitem inferir dados sobre os seus ambientes de formação.

- Discuta a importância das rochas como "arquivos" de informação acerca da história da Terra.

O Enigma dos Fósseis





Os fósseis na reconstituição de paleoambientes:  
Aplicação de um jogo didático como recurso educativo

Selecione a(s) opção/opções correta(s).

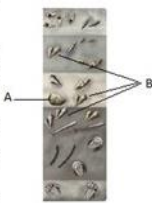
- Com base na figura:

a) O fóssil A é um bom fóssil de idade e o B mau.

b) Os fósseis A e B são maus fósseis de idade.

c) O fóssil A é mau fóssil de idade e o B é bom.

d) Os fósseis A e B são bons fósseis de idade.



© Enigma dos Fósseis

Selecione a(s) opção/opções correta(s).


- Sendo A e B dois tipos de fósseis, qual/quais o(s) que considera(s) ser(em) melhor(es) fóssil/fósseis de fácies(s)?

a) O fóssil A.

b) O fóssil B.

c) O fóssil A ou o B dependendo do momento do tempo geológico em que viveram.

d) O fóssil B dependendo do momento do tempo geológico em que viveram.



© Enigma dos Fósseis

Afloramento constituído por: A-areias antigas com fósseis de moluscos; B-calcários também com fósseis de moluscos.



Menciona prováveis condições ambientais em que se formou a rocha A e B.

© Enigma dos Fósseis

Faz a correspondência entre "Fóssil de fácies" e "Fóssil de idade" com as afirmações que se seguem.

Organismo que viveu num meio muito específico

Organismo que viveu durante um curto período de tempo geológico

Organismo que alcançou grande dispersão geográfica

Permite localizar no tempo a formação da rocha onde está contido

Permite conhecer o contexto em que a rocha se formou

Fóssil de fácies

Fóssil de idade

© Enigma dos Fósseis

Afloramento constituído por: A-areias antigas com fósseis de moluscos; B-calcários também com fósseis de moluscos.



Refira que princípio da Geologia se pode aplicar na inferência das condições de formação das rochas A e B.

© Enigma dos Fósseis



Com meio milhão de anos, a Grande Barreira de Coral encerra uma riqueza de biodiversidade que faz dela um paraíso de estudo para os biólogos. Um grupo de investigadores liderado pelo geólogo marinho Alan Stevenson, prepara-se para partir numa expedição à Grande Barreira de Coral, onde conta recolher amostras de corais fossilizados em 40 diferentes locais, tentando assim desenhar a linha que define as alterações do nível do mar ao longo dos últimos 20 mil anos. Os corais, tal como as árvores, têm uma taxa de crescimento anual que se traduz em anéis de crescimento. Através da sua contagem e análise, os cientistas podem inferir datas e idades e perceber ainda teores de oxigénio, de sais e de dióxido de carbono do meio ambiente naquelas épocas.

Adaptado de <http://www.dn.pt/ciencia/interior/corais-fosséis-mostram-nível-do-mar-no-passado-1498040.html>

Com base na notícia, elabora uma lista de factos, de questões a que a análise dos corais poderão responder e um possível cenário para a formação dos fósseis em questão.

© Enigma dos Fósseis

Um estudo alemão revela que a Antártida tinha palmeiras, há 52 milhões de anos. Os cientistas perfuraram o gelo para recolher amostras de pólenes fossilizados, que permaneceram preservados durante milhões de anos, e estas revelaram uma versão da Antártida totalmente desconhecida. Os investigadores afirmam que esta descoberta pode ser útil para estudar a evolução climática do planeta e medir as consequências das transformações que estão em andamento devido à atividade humana. O estudo também destaca que, há 52 milhões de anos, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera era o dobro da atual.

Adaptado de <http://www.dn.pt/ciencia/interior/palmeiras-na-antartida-ha-52-milhoes-de-anos-2701041.html>


Com base na notícia, elabora uma lista de factos, sugerindo hipóteses para a descoberta realizada pelos investigadores alemães.

© Enigma dos Fósseis



## C. Regras do jogo


### O Enigma dos Fósseis



O *Enigma dos Fósseis* é um jogo de tabuleiro onde os jogadores, em equipas, percorrem o percurso indicado. Este percurso divide-se em várias casas com indicações e alguns obstáculos. O objetivo do jogo é atingir a casa inicial de onde partiram. Para avançar no jogo, os jogadores terão que responder corretamente às questões presentes nos cartões.


#### Objetos do Jogo:

- Tabuleiro de jogo
- Peões
- Dados
- Ampulheta
- Cartões de questões




#### Regras do Jogo:


- Os jogadores devem dividir-se em equipas de 3 a 4 elementos cada;
- Cada equipa seleciona um peão com a cor que os representará e coloca-o na casa inicial, no centro do tabuleiro;
- Para decidir quem iniciará o jogo, um elemento de cada equipa deve lançar o dado e aquele que obtiver um número mais alto, num único lançamento, começa a jogar;
- Cada jogada inicia-se com o lançamento do dado que determinará o número de casas a percorrer;
- Quando o peão da equipa é colocado na respetiva casa, um jogador deverá retirar um cartão e ler a questão em voz alta;
- Antes de responder à questão devem virar a ampulheta, respondendo à questão no tempo permitido:
- Se a equipa responder corretamente no tempo permitido, terá direito a lançar novamente o dado e a avançar o número de casas correspondente ao número revelado pelo dado;
- Se a equipa responder incorretamente ou ultrapassar o tempo permitido, esta jogada terminará e passará a vez a outra equipa;
- Os elementos das equipas adversárias verificam se a resposta está correta ou incorreta, e neste último caso terão que ler em voz alta a resposta correta;
- Durante o percurso existem 3 tipos de casas:



- a equipa que estiver nesta casa tem o direito de lançar o dado novamente e responder a uma nova questão.



- a equipa que estiver nestas casas poderá ter de avançar ou recuar 1/2 casa(s) "Avança 1 casa" / "Recua 2 casas".



- a equipa que estiver nesta casa terá que responder a uma questão surpresa e caso responda corretamente lança o dado duas vezes e avança o número de casas correspondente à soma dos números obtidos no lançamento do dado. Se responder incorretamente, permanece nessa mesma casa e o jogo continuará normalmente.

- A primeira equipa a chegar à casa inicial, no centro do tabuleiro, vence o jogo.

## Apêndice IV (Caracterização das questões presentes nos cartões do jogo)

Nota: Segue-se a caracterização das questões apresentadas nos cartões do jogo, referindo o tipo de conhecimento (substantivo, processual e epistemológico) que avaliam e os objetivos subjacentes. A ordem pelas quais as questões se expõem coincide com a ordem das mesmas no Apêndice III.

Questão	Conhecimento	Objetivos
Q1.	- Substantivo; - Epistemológico.	- Analisar, interpretar e avaliar as evidências apresentadas no texto; - Reconhecer que as rochas são geradas em ambientes muito próprios e que estas conservam indicadores das condições desses ambientes aquando da sua formação.
Q2.	- Substantivo; - Epistemológico.	- Analisar, interpretar e avaliar as evidências apresentadas no texto; - Reconhecer que as rochas são geradas em ambientes muito próprios e que estas conservam indicadores das condições desses ambientes aquando da sua formação; - Correlacionar a Teoria da Tectónica de Placas com a presença de fósseis em ambientes diferentes daqueles em que estes habitavam.
Q3.	- Substantivo; - Epistemológico.	- Analisar, interpretar e avaliar as evidências apresentadas no texto; - Reconhecer que as rochas são geradas em ambientes muito próprios e que estas conservam indicadores das condições desses ambientes aquando da sua formação; - Correlacionar a Teoria da Tectónica de Placas com fenómenos orogénicos (formação de cadeias montanhosas) como consequência da presença de fósseis em ambientes distintos daqueles em que estes habitavam.
Q4.	- Substantivo.	- Compreender que os fósseis são restos, vestígios de organismos ou da sua atividade que habitavam o planeta Terra nos tempos geologicamente remotos e que ficaram preservados nas rochas; - Constatar que a presença de fósseis em rochas sedimentares permitem estabelecer relações entre uma série de acontecimentos da História da Terra;

		- Reconhecer que os fósseis permitem refazer a história da vida, fornecendo aos geólogos dados acerca da idade relativa dos estratos e dão pistas para a reconstituição de paleoambientes.
Q5.	- Substantivo; - Epistemológico.	- Inferir conclusões a partir das evidências apresentadas no texto; - Perceber que a presença de fósseis contribui para conferir, à estrutura geológica que o contém, uma determinada fácies; - Compreender que a descoberta de fósseis em determinados locais sugere que já existiram, no passado, algumas zonas submersas e que atualmente se encontram emersas.
Q6.	- Substantivo; - Processual.	- Enumerar as diferentes etapas envolvidas na formação de um fóssil; - Descrever alguns processos de fossilização que potenciam a preservação de restos ou vestígios de seres vivos nas rochas.
Q7.	- Substantivo; - Processual.	- Identificar ambientes de sedimentação e processos condicionantes, associados a várias estruturas, com base em imagens; - Conhecer as marcas de ondulação como características de ambientes de sedimentação continental ou de transição; - Reconhecer a formação destas estruturas através da ação do vento ou das correntes. - Reconhecer que os principais sedimentos presentes são as areias.
Q8.	- Substantivo; - Processual.	- Identificar ambientes de sedimentação e processos condicionantes, associados a várias estruturas, com base em imagens; - Reconhecer as fendas de dessecação como estruturas que se formam devido à perda de água; - Reconhecer que a formação destas estruturas está condicionada por processos de forte taxa de evaporação; - Identificar os principais sedimentos presentes neste tipo de estruturas, nomeadamente as argilas.
Q9.	- Substantivo; - Processual.	- Identificar estruturas, nomeadamente fendas de dessecação, marcas de ondulação nas areias, pistas de locomoção de animais e fósseis, com base em imagens; - Compreender que estas estruturas permitem desvendar aspetos da sua história geológica como, por exemplo, acerca das condições ambientais reinantes aquando da sua formação, fatores que condicionaram a sedimentação, permitindo assim a reconstituição de paleoambientes;

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar o princípio da interseção;</li> <li>- Argumentar e expor ideias.</li> </ul>
Q10.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Processual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer que a presença de fósseis numa sequência estratigráfica permite estabelecer relações entre estratos e aferir as condições predominantes aquando da formação das rochas que os contêm.</li> </ul>
Q11.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Processual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar sequências estratigráficas com base em representações gráficas;</li> <li>- Correlacionar a presença de determinados fósseis e estruturas geológicas com possíveis ambientes de sedimentação peculiares;</li> <li>- Constatar a presença de trilobites nos estratos e a formação de lignite e carvão betuminoso como evidências que sugiram a presença de um ambiente marinho exposto a sedimentação continental incluindo em pântanos.</li> </ul>
Q12.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Processual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar sequências estratigráficas com base em representações gráficas;</li> <li>- Compreender que a presença de fósseis contribui para conferir, à estrutura geológica que o contém, uma determinada fácies;</li> <li>- Correlacionar a presença de determinados fósseis e estruturas geológicas com ambientes de sedimentação particulares;</li> <li>- Associar um ambiente marinho, pouco profundo, de águas límpidas, temperadas ou quentes, à presença de corais.</li> </ul>
Q13.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Processual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar sequências estratigráficas com base em representações gráficas;</li> <li>- Compreender que a presença de fósseis confere, à estrutura geológica que o contém, uma determinada fácies;</li> <li>- Associar registos fósseis com ambientes de sedimentação;</li> <li>- Conseguir estabelecer uma sequência de acontecimentos de acordo com evidências fossilíferas presentes em estratos.</li> </ul>
Q14.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Processual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a importância dos fósseis para a reconstituição de paleoambientes aplicando o princípio das causas atuais.</li> </ul>
Q15.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Processual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender que a presença de fósseis confere, à estrutura geológica que o contém, uma determinada fácies;</li> <li>- Reconhecer que características litológicas e fossilíferas das rochas fornecem informações sobre o ambiente sedimentar que esteve presente aquando da sua formação.</li> </ul>
Q16.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substantivo;</li> <li>- Epistemológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a importância dos fósseis para a reconstituição de paleoambientes aplicando o princípio das causas atuais;</li> </ul>



		- Conhecer que os fósseis permitem, pois, reconstituir a história evolutiva da Terra, desvendando as relações filogenéticas entre os vários grupos de organismos atuais e extintos.
Q17.	- Substantivo; - Processual.	- Compreender que a presença de fósseis confere, à estrutura geológica que o contém, uma determinada fácies.
Q18.	- Substantivo.	- Interpretar e analisar representações gráficas; - Enumerar identificar vários tipos de fácies.
Q19.	- Substantivo; - Processual.	- Enumerar as diferentes etapas envolvidas na formação de um fóssil; - Descrever alguns processos de fossilização que potenciam a preservação de restos ou vestígios de seres vivos nas rochas.
Q20.	- Substantivo.	- Conhecer a definição de fóssil.
Q21.	- Substantivo.	- Reconhecer que os somatofósseis são restos ou vestígios do organismo, como dentes, conchas, carapaças e folhas.
Q22.	- Substantivo.	- Perceber que os icnofósseis são manifestações de atividades vitais, como alimentação, nidificação e movimento.
Q23.	- Substantivo.	- Reconhecer os fósseis de fácies como sendo aqueles que apresentam uma pequena distribuição geográfica e uma grande distribuição estratigráfica.
Q24.	- Substantivo.	- Reconhecer que os fósseis de idade correspondem a organismos que apresentam uma grande distribuição geográfica e alcançaram uma pequena distribuição estratigráfica.
Q25.	- Substantivo.	- Saber identificar e reconhecer fósseis numa sequência estratigráfica, e caracterizá-los de acordo com a distribuição que apresentam na mesma. - Compreender o conceito de fóssil de idade.
Q26.	- Substantivo.	- Distinguir fósseis de idade e de fácies de acordo com a distribuição geográfica e temporal que representam. - Saber interpretar representações gráficas.
Q27.	- Substantivo; - Processual.	- Reconstituir uma provável sequência de acontecimentos com os dados apresentados no afloramento; - Reconhecer diversos tipos de ambientes de sedimentação associando-os aos fósseis que são característicos desses mesmos ambientes e às informações fornecidas.
Q28.	- Substantivo.	- Saber distinguir fóssil de idade e fóssil de fácies.
Q29.	- Substantivo; - Processual.	- Reconhecer princípio das causas atuais como o princípio da Geologia se pode aplicar na inferência das condições de formação das rochas.

---

		- Formular questões cientificamente pertinentes com base nos dados do texto;
Q30.	- Substantivo;	
	- Processual;	- Criar um potencial cenário para a formação dos fósseis em questão, com base na notícia apresentada;
	- Epistemológico.	- Argumentar e expor ideias cientificamente fundamentadas.
<hr/>		
		- Criar hipóteses cientificamente sustentadas nos factos evidentes no texto;
Q31.	- Substantivo;	
	- Processual;	- Compreender que a descoberta de fósseis característicos de determinado clima podem aparecer em locais completamente distintos.
	- Epistemológico	

---